

**IMPLEMENTASI SISTEM *FUZZY* METODE
MAMDANI DALAM MENENTUKAN NILAI
AKHIR SEMESTER MAHASISWA UIN
WALISONGO SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika dalam Ilmu Matematika



Oleh: **Arif Rezky Aprilianto**

NIM: 1908046041

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Arif Rezky Aprilianto

NIM : 1908046041

Jurusan : Matematika

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**IMPLEMENTASI SISTEM FUZZY METODE MAMDANI DALAM
MENENTUKAN NILAI AKHIR SEMESTER MAHASISWA UIN**

WALISONGO SEMARANG

secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 14 Desember 2023

Pembuat Pernyataan,



Arif Rezky Aprilianto

NIM: 1908046041

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **Implementasi Sistem Fuzzy Metode Mamdani dalam Menentukan Nilai Akhir Semester Mahasiswa UIN Walisongo Semarang**

Penulis : Arif Rezky Aprilianto

NIM : 1908046041

Jurusan : Matematika

Telah diajukan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Matematika.

Semarang, 9 Januari 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Mohamad Tafrikan, M.Si.
NIP. 198904172019031010

Sekretaris Sidang,

Dinni Rahma Oktaviani, M.Si.
NIP. 199410092019032017

Penguji Utama I,

Ariska Kurnia Rachmawati, M.Sc.
NIP. 198908112019032019

Penguji Utama II,

Selina Diyah Miasary, M.Sc.
NIP. 198709212019032010

Pembimbing I,

Dr. Budi Cahyono, S.Pd., M.Si.
NIP. 198012152009121003

Pembimbing II,

Mohamad Tafrikan, M.Si.
NIP. 198904172019031010



NOTA DINAS

Semarang, 14 Desember 2023

Yth. Ketua Program Studi Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Implementasi Sistem *Fuzzy* Metode Mamdani
dalam Menentukan Nilai Akhir Semester
Mahasiswa UIN Walisongo Semarang

Nama : Arif Rezky Aprilianto

NIM : 1908046041

Jurusan : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang *Munaqosah*.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. Budi Cahyono, S.Pd., M.Si.

NIP. 198012152009121003

NOTA DINAS

Semarang, 3 Oktober 2023

Yth. Ketua Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Implementasi Sistem *Fuzzy* Metode Mamdani
dalam Menentukan Nilai Akhir Semester
Mahasiswa UIN Walisongo Semarang

Nama : **Arif Rezky Aprilianto**

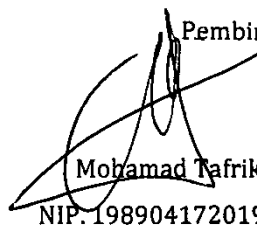
NIM : 1908046041

Jurusan : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang *Munaqasyah*.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Mohamad Tafrikan, M.Si.
NIP. 198904172019031010

ABSTRAK

Nilai akhir semester merupakan komponen penting untuk mahasiswa memperoleh kelulusan dalam menyelesaikan suatu mata kuliah. Program menentukan nilai akhir semester menggunakan *fuzzy Mamdani* dapat digunakan untuk memudahkan perhitungan nilai akhir semester. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil penerapan sistem *fuzzy metode Mamdani* dalam menentukan nilai akhir semester mahasiswa UIN Walisongo Semarang. Sistem *fuzzy metode Mamdani* dipilih sebagai metode perhitungan nilai akhir semester beserta perhitungan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Sesuai dengan kontrak perkuliahan mata kuliah matematika komputasi didapati beberapa variabel *input* yang digunakan dalam penelitian, yaitu variabel nilai tugas terstruktur (20%), nilai tugas mandiri (30%), nilai ujian tengah semester (25%), dan nilai ujian akhir semester (25%). Nilai MAPE yang diperoleh dari penelitian dengan 46 data sebesar 2,074; berarti sesuai dengan kriteria MAPE menghasilkan data yang akurat. Hal tersebut membuktikan bahwa sistem *fuzzy metode Mamdani* dapat diterapkan untuk menghitung nilai akhir semester mahasiswa.

Kata kunci: *fuzzy Mamdani*, nilai akhir semester, MAPE.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta nikmat kepada kita. Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Sistem *Fuzzy* Metode Mamdani dalam Menentukan Nilai Akhir Semester Mahasiswa UIN Walisongo” atas izin Allah SWT. Penulisan skripsi dilakukan berdasarkan ketentuan yang ditetapkan guna memenuhi syarat kelulusan kuliah di Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Proses yang dilalui ketika menyelesaikan skripsi tidak lepas dari doa, bimbingan maupun bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang memberikan kemudahan dan kelancaran bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Kedua orang tua penulis yang memberikan dukungan secara moril dan materil.
3. Bapak Dr. Budi Cahyono, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang memberikan masukan, bimbingan serta pandangan kepada penulis.
4. Bapak Mohamad Tafrikan, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang memberikan masukan, bimbingan serta semangat kepada penulis.

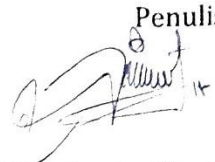
5. Bapak Agus Wayan Yulianto, M.Sc. selaku dosen wali yang memberikan arahan serta semangat kepada penulis.
6. Ibu Hj. Emy Siswanah, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Matematika UIN Walisongo Semarang.
7. Seluruh dosen matematika yang mendidik penulis secara langsung maupun tidak langsung.
8. Bapak Hadi Prasetyo, S.Pd. sebagai pengurus Laboratorium Matematika yang memberikan semangat serta pengalaman.
9. Staff perpustakaan dan tata usaha.
10. Teman-teman jurusan Matematika angkatan 2019 dan semua pihak.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan, maka diharapkan kritik maupun saran untuk perbaikan selanjutnya. Semoga apa yang dituangkan penulis dalam skripsi ini dapat menambah pengetahuan atau memberikan manfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Semarang, 14 Desember 2023

Penulis,



Arif Rezky Aprilianto

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS	iv
NOTA DINAS	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Batasan Masalah.....	7
BAB II LANDASAN PUSTAKA	8
A. Penilaian Pembelajaran	8
1. Prinsip Penilaian	8
2. Teknik Penilaian.....	9
3. Prosedur Penilaian.....	9
4. Pelaksanaan Penilaian	9
5. Pelaporan Penilaian.....	10
B. Himpunan Tegas (Crisp)	11
C. Himpunan Samar (Fuzzy)	13
1. Himpunan <i>Fuzzy</i>	13
2. Fungsi Keanggotaan	15
3. Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	20
D. Sistem Fuzzy	20
1. Fuzzifikasi	22
2. Aturan Fuzzy.....	22
3. Defuzzifikasi.....	23
E. Metode Fuzzy Mamdani	24
F. MAPE.....	27
G. Studi Literatur.....	28

BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian	32
B. Tempat dan Waktu Penelitian	32
C. Populasi dan Sampel.....	32
D. Variabel dan Indikator.....	33
E. Teknik Pengumpulan Data	33
F. Teknik Analisis Data	33
G. Contoh Penerapan Sederhana.....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
A. Analisis Data Penelitian.....	49
B. Pengolahan Data	50
C. Perhitungan Sistem Fuzzy Metode Mamdani.....	62
D. Perhitungan MAPE.....	92
BAB V PENUTUP	96
A. Kesimpulan	96
B. Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN.....	100
RIWAYAT HIDUP	166

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Mahasiswa Program Diploma dan Sarjana	10
Tabel 2.2 Ekuivalensi Pelaporan Penilaian.....	10
Tabel 2.3 Nilai kebenaran komplemen.....	12
Tabel 2.4 Nilai Kebenaran Gabungan.....	12
Tabel 2.5 Nilai Kebenaran Irisan.....	13
Tabel 2.6 Tinjauan Literatur	31
Tabel 3.1 Aturan Fuzzy	44
Tabel 3.2 Metode Centroid	47
Tabel 4.1 Data Nilai Matematika Komputasi Tahun 2021	49
Tabel 4.2 Variabel dan Himpunan <i>Fuzzy</i>	50
Tabel 4.3 Aturan Fuzzy Sampel 1	65
Tabel 4.4 Defuzzifikasi Sampel 1	67
Tabel 4.5 Aturan Fuzzy Sampel 2	69
Tabel 4.6 Defuzzifikasi Sampel 2	73
Tabel 4.7 Aturan Fuzzy Sampel 3	75
Tabel 4.8 Defuzzifikasi Sampel 3	80
Tabel 4.9 Aturan Fuzzy Sampel 4	82
Tabel 4.10 Defuzzifikasi Sampel 4.....	85
Tabel 4.11 Aturan Fuzzy Sampel 5.....	87
Tabel 4.12 Defuzzifikasi Sampel 5.....	89
Tabel 4.13 Nilai Akhir Semester 5 Sampel.....	90
Tabel 4.14 Nilai Akhir Semester Seluruh Data.....	91
Tabel 4.15 Perhitungan Nilai MAPE	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fungsi Keanggotaan Linear Naik	16
Gambar 2.2 Fungsi Keanggotaan Linear Turun	17
Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan Segitiga	17
Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Bahu	19
Gambar 2.5 Sistem Fuzzy	21
Gambar 2.6 Metode Mamdani Dua Aturan	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2 Fungsi Keanggotaan Nilai Tes	38
Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan Nilai Perilaku	39
Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan Tingkat	41
Gambar 4.1 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai Tugas Mandiri	52
Gambar 4.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai Tugas Terstruktur	54
Gambar 4.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai UTS	56
Gambar 4.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai UAS	58
Gambar 4.5 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai Akhir Semester	60
Gambar 4.6 Hasil Perhitungan Sampel 1 pada <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS) Matlab	67
Gambar 4.7 Hasil Perhitungan Sampel 2 pada FIS Matlab	74
Gambar 4.8 Hasil Perhitungan Sampel 3 pada FIS Matlab	81
Gambar 4.9 Hasil Perhitungan Sampel 4 pada FIS Matlab	85
Gambar 4.10 Hasil Perhitungan Sampel 5 pada FIS Matlab	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Nilai Mata Kuliah Matematika Komputasi 2021.....	100
Lampiran 2 Aturan Fuzzy Sejumlah 625.....	102
Lampiran 3 Tabel Perhitungan Nilai MAPE	124
Lampiran 4 Tampilan Program Menghitung Nilai Akhir Semester pada GUI Matlab	126
Lampiran 5 Script Perhitungan Nilai Akhir Semester Menggunakan Fuzzy Mamdani.....	127
Lampiran 6 Tampilan Program Menghitung Nilai MAPE	163
Lampiran 7 Script Perhitungan Nilai MAPE.....	163
Lampiran 8 Hasil Running Program Menghitung Nilai Akhir	164

BAB I

PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan diisi mengenai penjelasan latar belakang penelitian tentang menentukan nilai akhir semester mahasiswa menggunakan *fuzzy*, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah.

A. Latar Belakang

Matematika merupakan cabang penyelidikan manusia yang melibatkan studi tentang angka, kuantitas, data, bentuk dan ruang serta hubungannya, terutama generalisasi dan abstraksi serta penerapannya pada situasi di dunia nyata (Clapham & Nicholson, 2009). Secara garis besar terdapat tiga cabang yang dimiliki matematika, yaitu matematika murni, matematika keuangan, dan matematika terapan. Studi dan pengembangan prinsip-prinsip matematika dalam matematika murni sedemikian rupa ditujukan untuk kepentingan mereka sendiri dan kegunaan yang dimiliki tidak terlihat secara langsung. Kemudian studi tentang matematika yang praktik di broker, perbankan, serta asuransi merupakan matematika keuangan. Matematika terapan merupakan cabang matematika yang berkaitan dengan studi tentang fisika, biologi, teknik, komputasi dan lain-lain (Afidah & Khoirunnisa, 2016).

Topik matematika khususnya pada komputasi terdapat bahasan mengenai himpunan samar (*fuzzy*) yaitu tentang cara pendefinisian suatu himpunan yang anggotanya masih belum jelas atau samar ke dalam rentang nilai antara 0 sampai 1, dimana 1 merupakan anggota himpunan secara penuh, sedangkan 0 bukan anggota himpunan (Susilo, 2018). Bahasan matematika mengenai seperti *fuzzy* juga terkait dalam Al-Qur'an yakni pada surat Al-Hajj ayat 11 mengenai orang yang tidak memiliki pendirian di hidupnya.

وَمِنَ النَّاسِ مَنْ يَعْبُدُ اللَّهَ عَلَى حَرْفٍ فَإِنْ أَصَابَهُ خَيْرٌ اطْمَأَنَّ بِهِ وَإِنْ أَصَابَتْهُ
فِتْنَةٌ اِنْقَلَبَ عَلَى وَجْهِهِ خَسِرَ الدُّنْيَا وَالْآخِرَةَ ذَلِكَ هُوَ الْخُسْرَانُ الْمُبِينُ ١١

Artinya: *"Di antara manusia ada yang menyembah Allah hanya di tepi (tidak dengan penuh keyakinan). Jika memperoleh kebaikan, dia pun tenang. Akan tetapi, jika ditimpa suatu cobaan, dia berbalik ke belakang (kembali kufur). Dia merugi di dunia dan akhirat. Itulah kerugian yang nyata."* (QS. Al Hajj Ayat 11 Terjemahan Quran Kemenag)

Ayat tersebut dijelaskan mengenai sebagian manusia yang menyatakan beriman serta menyembah Allah dalam keadaan bimbang dan ragu-ragu. Mereka berada di dalam kekhawatiran dan kecemasan. Mempertanyakan apakah agama Islam yang telah mereka anut merupakan benar-benar dapat memberikan kebahagiaan kepada mereka kelak

(Tafsir Web, n.d.). Hal tersebut memiliki konsep yang sama seperti *fuzzy* yaitu ketidakpastian maupun samar.

Penerapan *fuzzy* dalam pendidikan khususnya di universitas, misal pada ruang lingkup perkuliahan untuk mendefinisikan mahasiswa aktif saat di kelas maka dilihat dari ketika menjawab pertanyaan atau disaat maju untuk mengerjakan soal. Kemudian bagaimana untuk mahasiswa yang kadang aktif dan kadang tidak, maka dapat dinilai dengan dideskripsikan berapa kali menjawab pertanyaan atau pun mengerjakan soal di depan kelas. Sebagian mata kuliah, nilai keaktifan tersebut memengaruhi pada nilai akhir semester mahasiswa.

Nilai akhir semester merupakan komponen penting untuk mahasiswa memperoleh kelulusan dalam menyelesaikan suatu mata kuliah. Standar bobot penilaian serta variabel penilaian penunjang nilai akhir semester pada setiap mata kuliah relatif berbeda, contoh paling umum yaitu menggunakan nilai tugas, kehadiran, nilai ujian tengah semester, dan nilai ujian akhir semester. Nilai akhir semester pada Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang terdapat beberapa tingkatan dari rentang nilai 0 hingga 4 dengan nilai terendah dari nilai E hingga nilai tertinggi yaitu nilai A (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020). Adanya beberapa variabel penilaian yang

berbeda untuk nilai akhir semester serta hasil nilai yang beragam dimungkinkan untuk menggunakan logika *fuzzy*. Adanya variabel penilaian yang beragam maka dapat digunakan sistem *fuzzy* yaitu cara dari setiap komponen *fuzzy* untuk menyelesaikan berbagai permasalahan di dunia nyata (Hakim, Septiyana, Firdausi, Mariati, & Budiyanto, 2021).

Perhitungan nilai akhir semester menggunakan perhitungan konvensional yang dilakukan selama ini menggunakan bilangan *crisp* atau bilangan tegas, sedangkan jika diolah dengan perhitungan *fuzzy* maka dihitung berdasarkan aturan serta langkah-langkahnya sesuai sistem *fuzzy*. Terdapat beberapa macam metode di dalam *fuzzy*, untuk menyelesaikan perhitungan mencari nilai akhir semester digunakan *fuzzy* metode Mamdani. Metode Mamdani ini disebut juga dengan metode *Min-Max* (Susilo, 2018).

Beberapa penelitian terdahulu dengan pokok bahasan metode logika *fuzzy* contohnya yang berfokus membuat aplikasi sistem pakar untuk mengukur intelegensi pada siswa. Aplikasi tersebut dibuat untuk mempermudah para guru dalam mengategorikan siswa yang cerdas, siswa kurang cerdas, dan siswa tidak cerdas (Susanto, 2020). Terdapat penelitian serupa di tahun yang sama, yakni

mengenai sistem pendukung keputusan yang dapat digunakan membantu menganalisa serta mengukur kemampuan mahasiswa selama menempuh perkuliahan (Erich, Rahman, & Destiarini, 2020).

Terdapat penelitian serta seminar terdahulu mengenai penerapan metode *fuzzy* Mamdani dimanfaatkan untuk menentukan apakah dosen berhasil atau tidak dalam mengajar. Penelitian tersebut digunakan dua variabel *input*, yaitu variabel dosen dan nilai (Andani, 2022). Selanjutnya tahun 2017 didapati penelitian yang relevan yaitu penelitian dengan tujuan untuk mengetahui hasil dari siswa belajar matematika menggunakan metode Mamdani. Terdapat dua penilaian yaitu penilaian sikap dan prestasi belajar yang ditampilkan dengan *Graphical User Interface* (GUI) pada aplikasi Matrix Laboratory (Mardhiyana, 2017).

Mengenai penelitian metode *fuzzy* Mamdani tahun 2020 didapati penelitian yang berisi mengenai penilaian siswa oleh Khomeiny dkk. Tujuan dari penelitian tersebut yakni digunakan untuk mengetahui hasil dari nilai tes dan nilai perilaku siswa untuk merekomendasikan guru dalam memberikan nilai kepada siswa (Khomeiny, Kusuma, Handayani, Wibawa, & Irianti, 2020). Tahun berikutnya didapati penelitian (Ginting, Sinuhaji, Dewi, & Ginting, 2021) yang bertujuan membuat program beasiswa yang tepat

sasaran, tepat jumlah dan tepat waktu untuk meningkatkan prestasi akademik di Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia. Penelitian tersebut menganalisis dan merancang sebuah sistem aplikasi yang dibangun dengan menggunakan aplikasi Matrix Laboratory dengan menggabungkan logika *fuzzy* dan *GUI* Matrix Laboratory.

Beberapa penelitian terdahulu mengenai *fuzzy* dari penilaian hasil belajar hingga penentuan keberhasilan dosen mengajar didapati masih banyak objek maupun metode yang belum dilakukan. Berdasarkan permasalahan di sekitar serta kajian pada penelitian terdahulu, akan dilakukan penelitian dengan judul "Implementasi Sistem *Fuzzy* Metode Mamdani dalam Menentukan Nilai Akhir Semester Mahasiswa UIN Walisongo Semarang".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka ditentukan rumusan masalah sebagai berikut. Bagaimana hasil penerapan sistem *fuzzy* metode Mamdani dalam menentukan nilai akhir semester mahasiswa UIN Walisongo Semarang?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diperoleh maka dibuat tujuan penelitian sebagai berikut. Mengetahui hasil penerapan sistem *fuzzy* metode Mamdani dalam

menentukan nilai akhir semester mahasiswa UIN Walisongo Semarang.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai penerapan sistem *fuzzy* metode Mamdani.
2. Mendapat tambahan wawasan mengenai apa saja variabel yang mempengaruhi penilaian akhir semester mahasiswa UIN Walisongo Semarang.
3. Menjadikan penelitian ini sebagai bahan referensi bagi peneliti lain khususnya pada topik bahasan *fuzzy* metode Mamdani.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini bertujuan agar memperjelas serta tidak memperluas pokok bahasan. Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Objek dibatasi pada penilaian di mata kuliah matematika komputasi dalam Program Studi Matematika UIN Walisongo Semarang.
2. Metode yang digunakan *fuzzy* Mamdani.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

Landasan pustaka yang dipakai sebagai dasar acuan untuk memperkuat bahasan penelitian.

A. Penilaian Pembelajaran

Standar penilaian pembelajaran diketahui sebagai kriteria minimal tentang penilaian proses serta hasil belajar mahasiswa dalam rangka dipenuhinya rangkaian capaian pembelajaran lulusan.

1. Prinsip Penilaian

Prinsip penilaian dibagi menjadi beberapa, yaitu penilaian otentik, penilaian objektif, penilaian akuntabel, dan penilaian transparan. Penilaian otentik diacu pada penilaian yang membahas proses pembelajaran yang berkelanjutan serta hasil belajar yang mencerminkan kemampuan mahasiswa. Berikutnya penilaian objektif, yaitu suatu standar disepakati antara mahasiswa dan dosen serta bebas dari pengaruh subjektivitas penilai dan mahasiswa (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020).

Penilaian akuntabel didasari penilaian yang jelas dapat dipertanggungjawabkan jika berlangsung sesuai prosedur dan kriteria yang ditetapkan di awal perkuliahan, dan dipahami oleh mahasiswa. Terakhir,

penilaian transparan yakni penilaian dimana prosedur dan hasil penilaian disediakan untuk semua pemangku kepentingan (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020).

2. Teknik Penilaian

Teknik penilaian beberapa digunakan melalui tes dan non tes. Terdapat teknik penilaian observasi yang mana digunakan untuk penilaian sikap. Berbagai teknik penilaian tersebut diintegrasikan dalam penilaian akhir semester (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020).

3. Prosedur Penilaian

Prosedur penilaian dibagi menjadi 4 bagian, yaitu perencanaan, pemberian tugas, pengamatan, dan pelaporan hasil (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020). Selama di dalam tahap perencanaan dimungkinkan untuk penilaian ulang.

4. Pelaksanaan Penilaian

Pelaksanaan penilaian dilakukan sesuai hasil perencanaan. Penilaian bisa dilakukan oleh dosen tunggal atau tim dosen (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020).

5. Pelaporan Penilaian

Pelaporan penilaian dimanfaatkan untuk mengetahui keberhasilan mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran suatu mata kuliah. Tabel pelaporan penilaian untuk mahasiswa program Diploma dan Sarjana sebagai berikut.

Tabel 2.1 Nilai Mahasiswa Program Diploma dan Sarjana

Huruf	Angka
A	4,00
B +	3,50 – 3,99
B	3,00 – 3,49
C +	2,50 – 2,99
C	2,00 – 2,49
D +	1,50 – 1,99
D	1,00 – 1,49
E +	0,05 – 0,99
E	0,00

Sumber: (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020)

Tabel 2.1 digunakan sebagai pelaporan penilaian dalam skala 0 hingga 4 atau ekuivalensi dengan nilai E hingga A. Ada pun penilaian lain digunakan skala dari 0 hingga 100 seperti tabel berikut.

Tabel 2.2 Ekuivalensi Pelaporan Penilaian

Angka	Huruf	Bobot
≥ 80	A	4,0
79	B +	3,9
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
50	D	1,0
≤ 49	E	0,0

Sumber: (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020)

B. Himpunan Tegas (Crisp)

Setelah diketahui pembahasan mengenai penilaian pembelajaran, terdapat himpunan penilaian yang termasuk himpunan tegas. Maka akan dibahas himpunan tegas beserta operasinya. Himpunan merupakan kumpulan objek yang memiliki sifat sama, dimana objek tersebut dinamakan anggota himpunan atau elemen (Setiadji, 2009). Himpunan tegas merupakan suatu himpunan yang terdefinisi secara tegas, artinya dapat ditentukannya setiap objek secara tegas termasuk anggota himpunan tersebut atau tidak (Susilo, 2018). Suatu himpunan bisa dinyatakan dengan cara sebagai berikut.

Contoh 1. Misal A himpunan semua bilangan genap, ditulis dengan: $A = \{x \mid x \text{ bilangan genap}\}$. Cara lainnya yaitu menggunakan fungsi karakteristik: Jika $U_A: U \rightarrow \{0,1\}$ yang didefinisikan dengan ketentuan

$$U_{A(x)} = \begin{cases} 1; & \text{jika } x \in A \\ 0; & \text{jika } x \notin A. \end{cases} \quad (2.1)$$

untuk setiap $x \in U$ (Susilo, 2018).

dimana:

U_A = fungsi karakteristik,

A = suatu himpunan tegas,

U = semesta himpunan.

Contoh 2. Misalkan semesta himpunan semua bilangan asli, himpunan A semua bilangan genap maka himpunan dapat dinyatakan menggunakan fungsi karakteristik. Sehingga diperoleh sebagai berikut.

$$U_{A(x)} = \begin{cases} 1; & \text{jika } x \text{ bilangan genap pada bilangan asli} \\ 0; & \text{jika lainnya.} \end{cases}$$

Suatu himpunan tegas A dalam semesta U , komplemen dari A disebut A' didefinisikan menggunakan tabel kebenaran:

Tabel 2.3 Nilai kebenaran komplemen

$x \in A$	$x \in A'$
1	0
0	1

Jika U_A merupakan n fungsi karakteristik dari himpunan A , maka definisi komplemen sebagai berikut,

$$U_{A'(x)} = 1 - U_{A(x)} \quad (2.2)$$

untuk setiap $x \in U$ (Susilo, 2018).

Himpunan tegas A dan himpunan tegas B disebut gabungan dimana himpunan tegas $A \cup B$ didefinisikan menggunakan nilai tabel kebenaran.

Tabel 2.4 Nilai Kebenaran Gabungan

$x \in A$	$x \in B$	$x \in A \cup B$
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Definisi gabungan dinyatakan dalam fungsi karakteristik sebagai berikut.

$$U_{A \cup B}(x) = \max\{U_{A(x)}, U_{B(x)}\} \quad (2.3)$$

untuk setiap $x \in U$ (Susilo, 2018).

Himpunan tegas A dan himpunan tegas B disebut irisan dimana himpunan tegas $A \cap B$ didefinisikan menggunakan nilai tabel kebenaran sebagai berikut.

Tabel 2.5 Nilai Kebenaran Irisan

$x \in A$	$x \in B$	$x \in A \cap B$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Definisi irisan dinyatakan dalam fungsi karakteristik sebagai berikut:

$$U_{A \cap B}(x) = \min\{U_{A(x)}, U_{B(x)}\} \quad (2.4)$$

untuk setiap $x \in U$ (Susilo, 2018).

C. Himpunan Samar (Fuzzy)

Setelah diketahui himpunan tegas untuk penilaian yang bersifat objektif, selanjutnya akan dibahas himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan serta operasinya.

1. Himpunan *Fuzzy*

Setelah diketahui bahwa himpunan tegas memiliki elemen yang dapat ditentukan secara tegas apakah termasuk dalam anggota suatu himpunan atau

tidak. Secara umum logika *fuzzy* merupakan metode berhitung dengan variabel linguistik, sebagai pengganti berhitung dengan bilangan (Naba & Suyantoro, 2009). Sebenarnya di kehidupan nyata tidak semua himpunan terdefinisi secara tegas, misalnya pada himpunan mahasiswa pandai, kita tidak dapat menentukan secara tegas apakah mahasiswa tersebut pandai atau tidak. Misal mahasiswa pandai didefinisikan sebagai mahasiswa yang memperoleh nilai IPK (Indeks Prestasi Kumulatif) di atas nilai 3,7; berarti mahasiswa yang mendapat nilai IPK 3,68 tidak termasuk mahasiswa pandai. Sehingga tidak bisa didefinisikan batas secara tegas untuk menentukan mahasiswa tersebut pandai atau tidak (Susilo, 2018).

Zadeh mengaitkan batas himpunan tidak tegas terhadap fungsi keanggotaan yang dinyatakan dengan derajat keanggotaan keanggotaan himpunan. Nilai dari fungsi keanggotaan disebut dengan derajat keanggotaan suatu unsur himpunan atau dinamakan himpunan fuzzy, sehingga setiap unsur memiliki derajat keanggotaan tertentu dalam himpunan (Susilo, 2018). Derajat keanggotaan dinyatakan dalam selang tertutup $[0,1]$ pada suatu bilangan real. Sehingga dapat ditulis sebagai berikut.

Fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* $\tilde{A}$ dalam semesta U merupakan pemetaan $\mu_{\tilde{A}(x)}$ dari U pada selang $[0, 1]$, yaitu

$$\mu_{\tilde{A}(x)}: U \rightarrow [0, 1]. \quad (2.5)$$

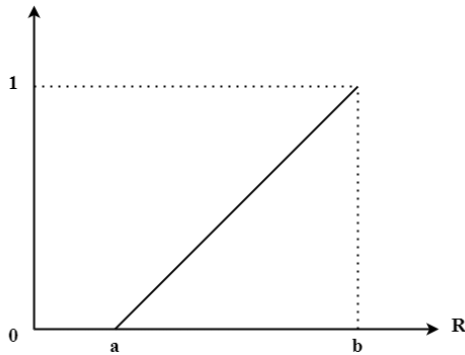
Nilai fungsi $\mu_{\tilde{A}(x)}$ merupakan derajat keanggotaan unsur $x \in U$ dalam himpunan *fuzzy* $\tilde{A}$. Nilai fungsi sama dengan 0 menyatakan tidak termasuk himpunan *fuzzy*, sedangkan bernilai 1 menyatakan keanggotaan penuh (Susilo, 2018).

2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan grafik yang menampilkan pemetaan banyak titik *input* pada nilai keanggotaan (Kusumadewi, Hartati, Harjoko, & Wardoyo, 2006). Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dinyatakan dalam suatu formula matematis yang berada dalam semesta himpunan bilangan real R . Berikut fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* yang digunakan:

a. Fungsi Linear

Pemetaan *input* ke derajat keanggotaan digambarkan sebagai garis lurus. Himpunan *fuzzy* linear dibagi menjadi linear naik dan linear turun. Himpunan *fuzzy* linear naik dimulai pada kenaikan derajat keanggotaan dari 0 menuju ke nilai derajat keanggotaan yang lebih tinggi.



Gambar 2.1 Fungsi Keanggotaan Linear Naik

Sumber: (Kusumadewi, Hartati, Harjoko, & Wardoyo, 2006)

Fungsi keanggotaan linear naik:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & \text{untuk } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & \text{untuk } a \leq x \leq b \\ 1; & \text{untuk } x \geq b \end{cases} \quad (2.6)$$

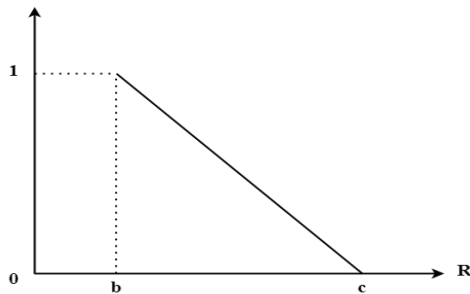
dimana:

$x \in R$,

$a, b = \text{domain}$,

$0, 1 = \text{derajat keanggotaan}$.

Himpunan *fuzzy* linear turun merupakan garis lurus dimulai dari nilai derajat keanggotaan penuh menuju ke derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2.2 Fungsi Keanggotaan Linear Turun

Sumber: (Kusumadewi, Hartati, Harjoko, & Wardoyo, 2006)

Fungsi keanggotaan linear turun:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{c-x}{c-b}; & \text{untuk } b \leq x \leq c \\ 0; & \text{untuk } x \geq c \end{cases} \quad (2.7)$$

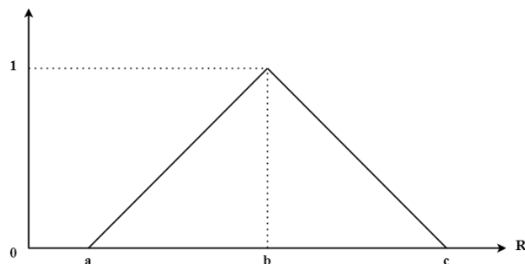
dimana:

$x \in R$,

b, c = domain,

0, 1 = derajat keanggotaan (Kusumadewi, Hartati, Harjoko, & Wardoyo, 2006).

b. Fungsi Keanggotaan Segitiga



Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan Segitiga

Sumber: (Susilo, 2018).

Fungsi keanggotaan segitiga yaitu suatu fungsi himpunan *fuzzy* jika memiliki tiga batasan, yakni $a, b, c \in R$ dimana $a < b < c$, serta dinyatakan dengan segitiga $(x; a, b, c)$ dengan ketentuan:

$$\text{Segitiga } (x; a, b, c) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}; & \text{untuk } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & \text{untuk } b \leq x \leq c \\ 0; & \text{untuk lainnya.} \end{cases} \quad (2.8)$$

dimana:

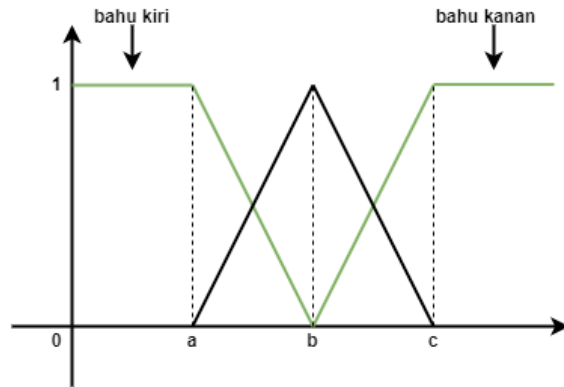
$x \in R$,

$a, b, c = \text{domain}$,

$0 = \text{derajat keanggotaan}$ (Susilo, 2018).

c. Fungsi Keanggotaan Bahu

Fungsi keanggotaan berbentuk bahu diperoleh dari kondisi yang stabil, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari anggota himpunan penuh ke bukan anggota himpunan.



Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Bahu

Sumber: (Kusumadewi, Hartati, Harjoko, & Wardoyo, 2006)

Ketentuan yang diperoleh dari fungsi keanggotaan bahu sebagai berikut.

$$Bahu(x; a, b, c) = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & \text{untuk } a \leq x \leq b \\ \frac{x-b}{c-b}; & \text{untuk } b \leq x \leq c \\ 1; & \text{untuk } x \leq a \vee x \geq c \\ 0; & \text{untuk lainnya.} \end{cases} \quad (2.9)$$

dimana:

$x \in R$,

a, b, c = domain,

0, 1 = derajat keanggotaan (Kusumadewi, Hartati, Harjoko, & Wardoyo, 2006).

3. Operasi Himpunan *Fuzzy*

Fungsi keanggotaan suatu himpunan *fuzzy* merupakan perampatan dari fungsi karakteristik himpunan tegas, maka operasi-operasinya didefinisikan sesuai dengan himpunan tegas.

Komplemen dari suatu himpunan *fuzzy* $\tilde{A}$ yaitu himpunan fuzzy $\tilde{A}'$ dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut.

$$\mu_{\tilde{A}'}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad (2.10)$$

untuk setiap $x \in U$ (Susilo, 2018).

Himpunan *fuzzy* $\tilde{A}$ dan himpunan *fuzzy* $\tilde{B}$ disebut gabungan dimana himpunan *fuzzy* $\tilde{A} \cup \tilde{B}$ dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut.

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \quad (2.11)$$

untuk setiap $x \in U$ (Susilo, 2018).

Himpunan *fuzzy* $\tilde{A}$ dan himpunan *fuzzy* $\tilde{B}$ disebut irisan dimana himpunan *fuzzy* $\tilde{A} \cap \tilde{B}$ dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut.

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \quad (2.12)$$

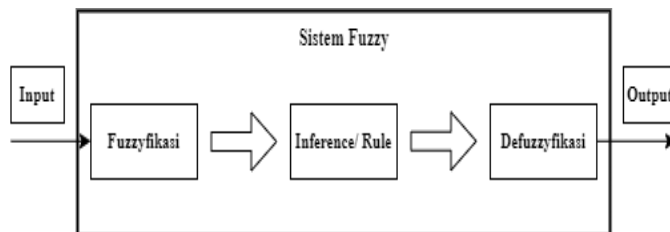
untuk setiap $x \in U$ (Susilo, 2018).

D. Sistem Fuzzy

Sistem merupakan suatu kesatuan yang terdiri dari komponen-komponen yang saling berhubungan digunakan memperlancar arus informasi, materi, maupun energi untuk

mencapai suatu tujuan. Sistem *fuzzy* merupakan penyelesaian permasalahan di dunia nyata menggunakan setiap bagian *fuzzy* berupa fuzzifikasi, aturan *fuzzy*, dan defuzzifikasi. Sistem *fuzzy* merupakan salah satu penerapan kecerdasan buatan komputasional, perbedaan dengan komputasional biasa dilihat dari tekniknya (Hakim, Septiyana, Firdausi, Mariati, & Budiyanto, 2021).

Sistem inferensi *fuzzy* memakai aturan *fuzzy* “*if-then*” bisa membuat model aspek kualitatif pengetahuan manusia dengan proses penalaran tanpa menggunakan analisis kuantitatif presisi (Muis, 2018). Kemudian sistem *fuzzy* adalah suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy*, serta penalaran *fuzzy* (Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018).



Gambar 2.5 Sistem *Fuzzy*

Sumber: (Hakim, Septiyana, Firdausi, Mariati, & Budiyanto, 2021)

Terdapat komponen *fuzzy* selain tiga bagian utama tersebut, yakni *input*, *output*, dan *human knowlegde based*. Komponen *input* dan *output* sudah dijumpai pada banyaknya sistem

yang lain, sedangkan *human knowlegde based* merupakan pengalaman manusia yang diberikan untuk sistem *fuzzy*, sehingga dapat meniru cara manusia dalam menyelesaikan masalah (Hakim, Septiyana, Firdausi, Mariati, & Budiyanto, 2021).

1. Fuzzifikasi

Suatu cara yang digunakan untuk mengubah *input* numerik ke dalam sistem *fuzzy* dinamakan fuzzifikasi. Fuzzifikasi merupakan cara mengubah himpunan *crisp* menjadi himpunan *fuzzy* (Hakim, Septiyana, Firdausi, Mariati, & Budiyanto, 2021). Angka *crisp* dimasukkan serta dipetakan menjadi angka *fuzzy* dengan fuzzifikasi (Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018). Secara garis besar diperoleh pengertian fuzzifikasi yaitu pengubahan nilai tegas menjadi nilai *fuzzy* pada proses *input*.

2. Aturan Fuzzy

Proses pemetaan nilai kebenaran *input* untuk menentukan nilai kebenaran *output* sesuai yang diinginkan atau aturan *fuzzy* digunakan untuk menentukan *output* berdasarkan nilai variabel *input* (Hakim, Septiyana, Firdausi, Mariati, & Budiyanto, 2021). Aturan *fuzzy* menunjukkan bagaimana suatu sistem berjalan, seperti pada umumnya dituliskan dalam bentuk implikasi (Jika..., maka...) (Setiadji, 2009).

3. Defuzzifikasi

Mengubah setiap hasil dari aturan *fuzzy* yang digambarkan dalam bentuk himpunan *fuzzy* menjadi suatu bilangan real yaitu dinamakan defuzzifikasi. Defuzzifikasi merupakan pemetaan himpunan *fuzzy* ke himpunan *crisp*, sehingga nilai yang diperoleh berupa bilangan real (Hakim, Septiyana, Firdausi, Mariati, & Budiyanto, 2021). Defuzzifikasi digunakan untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diharapkan dari daerah *fuzzy* (Setiadji, 2009).

Metode Centroid yaitu mencari solusi dalam nilai tegas dengan langkah mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Metode Centroid dibagi menjadi 2 berdasarkan domain, yaitu domain diskrit dan kontinyu. Metode Centroid untuk domain diskrit dirumuskan sebagai berikut.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)} \quad (2.13)$$

dimana:

Z = nilai defuzzifikasi,

d_i = nilai *output* pada aturan ke- i ,

U_{A_i} = derajat keanggotaan nilai *output* pada aturan ke- i ,

n = banyak aturan.

Metode Centroid untuk domain kontinu dirumuskan sebagai berikut:

$$Z_0 = \frac{\int_a^b Z \cdot U_{(Z)} \cdot dz}{\int_a^b U_{(Z)} \cdot dz} \quad (2.14)$$

dimana:

a, b = batas daerah defuzzifikasi,

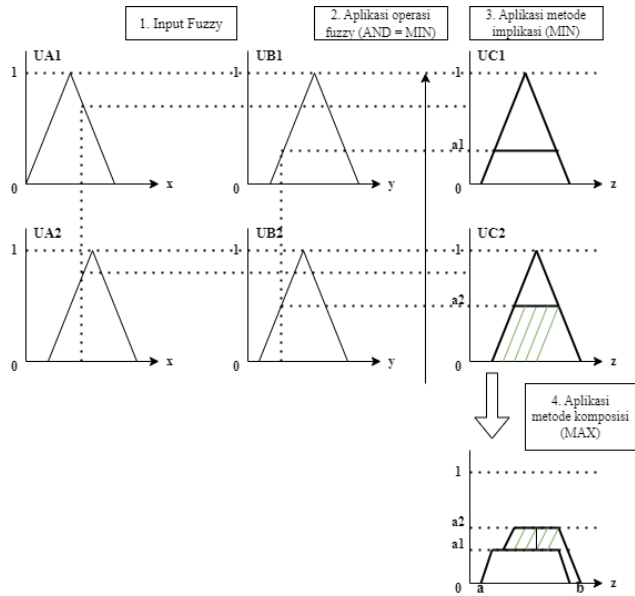
Z = nilai domain ke-i,

$U_{(Z)}$ = derajat keanggotaan titik tersebut,

Z_0 = nilai hasil defuzzifikasi.

E. Metode Fuzzy Mamdani

Metode *fuzzy* Mamdani mengacu pada aturan berbentuk *IF-THEN* yang ditampilkan dengan suatu himpunan *fuzzy* dimana fungsi keanggotaannya monoton, sehingga *output* hasilnya diberikan secara tegas atau *crisp*. Menggunakan rata-rata terbobot untuk mendapatkan hasil akhirnya (Kusumadewi & Purnomo, Aplikasi Logika Fuzzy : untuk Pendukung Keputusan, 2010). Aturan Mamdani digambarkan seperti berikut.



Gambar 2.6 Metode Mamdani Dua Aturan

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, Aplikasi Logika Fuzzy :
untuk Pendukung Keputusan, 2010)

Aturan Mamdani didefinisikan seperti berikut.

IF X_1 adalah A_1 dan ... dan X_n adalah A_n

THEN Y_n adalah B_n (2.15)

dimana:

X_n = anggota himpunan fuzzy masukan ke- n ,

Y_n = anggota himpunan fuzzy keluaran ke- n ,

A = variabel linguistik masukan ke- n ,

B = variabel linguistik keluaran ke- n .

Menurut (Santoso, Azis, & Zohrahayaty, 2020) perbedaan *fuzzy* Mamdani dengan *fuzzy* tipe Sugeno dan Tsukamoto dijelaskan seperti berikut ini.

Struktur algoritma *fuzzy* Mamdani adalah sebagai berikut.

1. Fuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan.
2. Model aturan yang digunakan seperti berikut:

$$IF (x_1 IS a_1) AND/OR (x_2 IS a_2) \dots AND/OR (x_n IS a_n) THEN (y IS b)$$

3. Inferensi mesin menggunakan fungsi implikasi *Min* dan komposisi antar aturan menggunakan fungsi *Max*, menghasilkan himpunan *fuzzy* baru.
4. Defuzzifikasi menggunakan metode *Centroid*.

Struktur algoritma *fuzzy* Sugeno adalah sebagai berikut.

1. Fuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan.
2. Model aturan yang digunakan seperti berikut:

$$IF (x_1 IS a_1) AND/OR (x_2 IS a_2) \dots AND/OR (x_n IS a_n) THEN y = f(x, y)$$

$f(x, y)$ adalah fungsi *crisp* yang biasanya merupakan fungsi linier dari x dan y .

3. Inferensi mesin menggunakan fungsi implikasi *Min* untuk memperoleh a_i yang digunakan untuk memperoleh y_i .
4. Defuzzifikasi menggunakan metode *Average*.

Struktur algoritma *fuzzy* Tsukamoto adalah sebagai berikut.

1. Fuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan.
2. Model aturan yang digunakan seperti berikut:

$$IF (x_1 IS a_1) AND/OR (x_2 IS a_2) \dots AND/$$

$$OR (x_n IS a_n) THEN (y IS b)$$
3. Inferensi mesin menggunakan fungsi implikasi *Min* untuk memperoleh a_i yang digunakan untuk memperoleh y_i .
4. Defuzzifikasi menggunakan metode *Average*.

F. MAPE

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah rata-rata persentase kesalahan absolut prakiraan. Kesalahan didefinisikan sebagai nilai aktual atau nilai observasi dikurangi nilai prakiraan. Persentase kesalahan dijumlahkan tanpa memperhatikan tanda untuk menghitung MAPE (Swamidass, 2000). Selain itu, karena kesalahan persentase absolut digunakan, masalah kesalahan positif dan negatif yang saling menghilangkan dapat dihindari.

MAPE mempunyai daya tarik manajerial dan merupakan ukuran yang umum digunakan dalam peramalan. Semakin kecil MAPE semakin baik ramalannya. Rumus MAPE didefinisikan sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{n} \quad (2.16)$$

untuk

$$PE = \left[\frac{(X_t - F_t)}{X_t} \right] \times 100 \quad (2.17)$$

Maka,

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[\frac{(X_t - F_t)}{X_t} \right] \times 100 \quad (2.18)$$

dimana:

n = ukuran sampel,

X_t = nilai aktual untuk periode waktu t ,

F_t = prakiraan untuk periode t (Swamidass, 2000).

Berikut kriteria nilai MAPE yang diperoleh:

Tabel 2.6 Kriteria MAPE

MAPE	Kekuatan Prakiraan
< 10%	Prakiraan yang sangat akurat
10% – 20%	Prakiraan yang baik
20% – 50%	Prakiraan yang masuk akal
> 50%	Prakiraan yang lemah dan tidak akurat

Sumber: (Lewis, 1982).

G. Studi Literatur

Berikut beberapa penelitian terdahulu mengenai *fuzzy* Mamdani:

1. Penelitian yang telah dilakukan oleh Sundari Retno Andani pada tahun 2013 dengan judul: “*Fuzzy Mamdani dalam Menentukan Tingkat Keberhasilan Dosen Mengajar*” yang bertujuan untuk memberi informasi yang akurat tentang menghitung tingkat keberhasilan dosen mengajar menggunakan *fuzzy* Mamdani. Penelitian tersebut didapati dua variabel *input*, yaitu dosen dan nilai serta satu *output* yaitu tingkat.

2. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Dewi Mardhiyana (2013) yang berjudul “Penilaian Hasil Belajar Matematika pada Kurikulum 2013 dengan Menggunakan Logika *Fuzzy* Metode Mamdani” dengan tujuan untuk mengetahui penilaian hasil belajar matematika pada Kurikulum 2013 menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani. Penelitian ini didasarkan pada dua penilaian yaitu sikap dan prestasi. Setiap penilaian digunakan dua *input* dan satu *output*, sehingga diperoleh dua hasil perhitungan.
3. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Akrom Tegar Khomeiny, Tegar Restu Kusuma, Anik Nur Handayani, Aji Prasetya Wibawa dan Agus Hery Supadmi Irianti (2020) yang berjudul “*Grading System Recommendations for Students using Fuzzy Mamdani Logic*” bertujuan sebagai pengembangan aplikasi rekomendasi sistem penilaian menggunakan logika *fuzzy* Mamdani untuk memudahkan guru dan mempersingkat waktu guru dalam menentukan nilai siswa. Sistem dibuat menggunakan dua variabel *input*, yaitu nilai tes dan nilai perilaku beserta satu variabel *output* yaitu tingkatan.
4. Selanjutnya penelitian dilakukan oleh Erich, Destiarini, dan Abdul Rahman (2020) yang berjudul “Sistem

Pendukung Keputusan Kemampuan Akademik Mahasiswa Menggunakan Metode Logika *Fuzzy*” dengan tujuan membuat sistem pendukung keputusan untuk menentukan mahasiswa berkemampuan tinggi yang tepat. Sistem dibuat menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani dengan tiga *input*, yaitu nilai indeks kumulatif, absensi, dan nilai tugas akhir beserta satu *output* yaitu rekomendasi mahasiswa.

5. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Raheliya Br. Ginting, Nirwan Sinuhaji, Siti Indriyastri Dewi, dan Meiliyani Br. Ginting (2021) yang berjudul “Aplikasi Logika *Fuzzy* untuk Penentuan Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik Menggunakan Metode *Fuzzy* Mamdani pada ITB Indonesia” bertujuan agar program beasiswa yang tepat sasaran, tepat jumlah dan tepat waktu dapat dilaksanakan dalam penentuan beasiswa untuk meningkatkan prestasi akademik di Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia. Penelitian yang dilakukan menggunakan tiga variabel *input*, yaitu nilai IPK, disiplin, dan penghasilan orang tua beserta satu *output* yakni penerima beasiswa.
6. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Cucut Susanto (2020) yang berjudul “Sistem Pakar Mengukur Itelegensi Pada Siswa Dengan Menggunakan Metode

Fuzzy Logic pada Siswa SMP Negeri 5 Makassar” bertujuan untuk membuat aplikasi sistem pakar mengukur intelegensi pada siswa menggunakan *fuzzy* Sugeno. Sistem dibuat menggunakan dua variabel *input*, yaitu nilai rapor dan nilai ujian beserta satu variabel *output* yaitu kriteria.

Selanjutnya tinjauan literatur disajikan di dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 2.7 Tinjauan Literatur

Referensi	Input	Output	Fuzzy Inferensi
1	1. Dosen 2. Nilai	1. Tingkat	Mamdani (9 aturan)
2	1. Sikap (KI-1 dan KI-2) 2. Prestasi belajar (KI-3 dan KI-4)	1. Sikap 2. Prestasi	Mamdani (16 dan 9 aturan)
3	1. Nilai tes 2. Nilai perilaku	1. Tingkatan	Mamdani (16 aturan)
4	1. Nilai indek kumulatif 2. Absensi 3. Nilai tugas akhir	1. Rekomendasi mahasiswa	Mamdani (27 aturan)
5	1. IPK 2. Disiplin 3. Penghasilan orang tua	1. Penerima beasiswa	Mamdani (64 aturan)
6	1. Nilai raport 2. Nilai ujian	1. Kriteria	Sugeno (9 aturan)

BAB III

METODE PENELITIAN

Bagian metode penelitian dimulai dari identifikasi masalah hingga tahapan penelitian yang disertai dengan alur penelitian.

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan ialah penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah format penelitian yang spesifikasinya runtut serta terencana dengan jelas sedari awal hingga terciptanya skema penelitian (Siyoto & Sodik, 2015). Pertama, materi mengenai himpunan serta sistem *fuzzy* dari buku atau jurnal dicari dan dikaji secara teliti. Materi yang telah dikaji, lalu dituangkan dalam penelitian ini.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat yang dipilih untuk penelitian yaitu Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Waktu penelitian dilakukan pada tahun 2023.

C. Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan nilai mata kuliah matematika komputasi tahun 2021 pada Program Studi Matematika yang berjumlah 46 mahasiswa. Sampel yang dipilih secara acak untuk menentukan perhitungan sistem *fuzzy* metode *Mamdani* sejumlah 5 mahasiswa.

D. Variabel dan Indikator

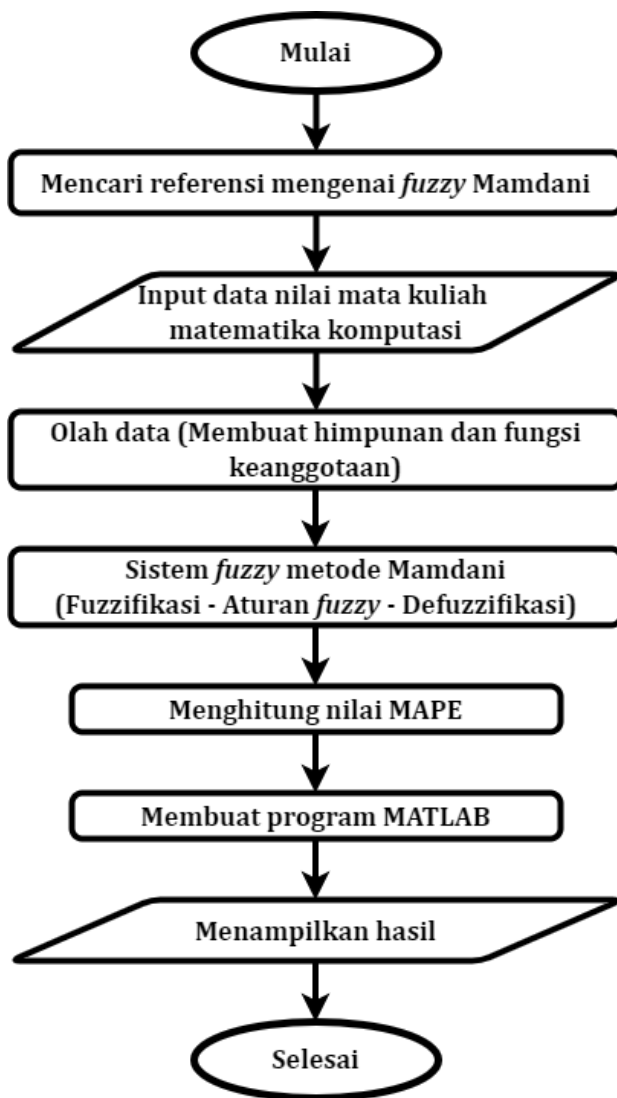
Sesuai dengan kontrak perkuliahan mata kuliah matematika komputasi tahun 2021 didapati beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian, yaitu variabel nilai tugas terstruktur (a), nilai tugas mandiri (b), nilai ujian tengah semester (c), dan nilai ujian akhir semester (d). Indikator persentase tiap variabel yaitu nilai tugas terstruktur 20%, nilai tugas mandiri 30%, nilai ujian tengah semester 25%, dan nilai ujian akhir semester 25%.

E. Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data sekunder dari nilai mata kuliah matematika komputasi tahun 2021 di Program Studi Matematika semester 5 pada Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang digunakan berupa perhitungan *fuzzy* menggunakan metode Mamdani dengan defuzzifikasi metode Centroid. Setelah perhitungan menggunakan sistem fuzzy selesai, dilanjutkan menghitung nilai MAPE. Tahap ini digunakan algoritma sesuai Gambar 3.1 untuk memperjelas struktur alur penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 dijelaskan setiap tahapannya sebagai berikut.

1. Mulai

Tahap pertama dimulai dengan menentukan judul yaitu “Implementasi Sistem *Fuzzy* Metode Mamdani dalam Menentukan Nilai Akhir Semester Mahasiswa UIN Walisongo Semarang”.

2. Mencari referensi mengenai *fuzzy* Mamdani

Tahap penelitian berikutnya yaitu dipelajari materi *fuzzy* baik bersumber dari buku maupun artikel jurnal, serta mengikuti mata kuliah *fuzzy*.

3. Input data

Data yang diperoleh merupakan data sekunder dari nilai penunjang nilai akhir semester mahasiswa UIN Walisongo Semarang. Nilai disini diperoleh berdasarkan nilai dari mata kuliah Matematika Komputasi yang memiliki 4 komponen kriteria nilai, yakni nilai tugas terstruktur, nilai tugas mandiri, nilai ujian tengah semester, dan nilai ujian akhir semester. Empat data nilai tersebut digunakan sebagai variabel *input*.

4. Olah data

Setiap nilai dari masing-masing variabel *input* dibuat himpunan *fuzzy* dengan nilai dari 0 hingga 1. Himpunan nilai di setiap variabel input diatur menjadi nilai 0 hingga 100. Selanjutnya dibuat fungsi keanggotaan berdasarkan

aturan penilaian, dimana harus dirancang secara tepat dan teliti.

5. Sistem *fuzzy* metode Mamdani

Setelah ditentukan fungsi keanggotaan dari setiap nilai masukan, selanjutnya dihitung menggunakan sistem *fuzzy*. Sistem *fuzzy* metode Mamdani dihitung dengan ditetapkan aturan *fuzzy*, dihitung fuzzifikasi, metode Min-Max, serta defuzzifikasi menggunakan metode Centroid.

6. Menghitung nilai MAPE

Nilai MAPE dihitung guna untuk mengidentifikasi seberapa besar *error*, serta digunakan untuk penentuan apakah hasil sistem *fuzzy* metode Mamdani memenuhi standar.

7. Membuat program MATLAB

Program MATLAB yang dibuat untuk memudahkan perhitungan sistem *fuzzy* metode Mamdani. Program tersebut digunakan untuk melihat hasil perhitungan manual dengan komputasi, apakah hasilnya relatif sama atau tidak.

8. Menampilkan hasil

Hasil keluaran yang diperoleh berupa nilai akhir semester mahasiswa beserta variabel linguistiknya. Nilai akhir semester ditampilkan dalam skala 0-100 dengan variabel linguistik dari E hingga A.

9. Selesai

Setelah perhitungan sistem *fuzzy* metode Mamdani selesai dilakukan beserta perhitungan nilai MAPE. Hasil penelitian yang diperoleh dibahas serta ditarik kesimpulan.

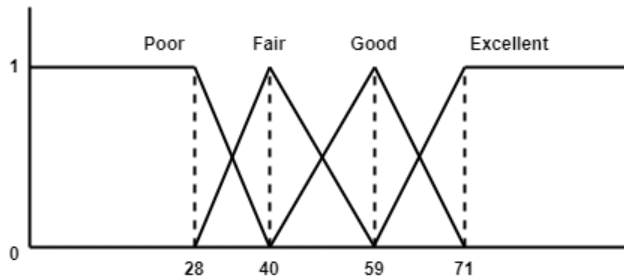
G. Contoh Penerapan Sederhana

Pertama, diambil satu sampel data dari artikel jurnal berjudul "*Grading System Recommendations for Students using Fuzzy Mamdani Logic*". Terdapat dua variabel *input* yakni, nilai tes (*test scores*) dan nilai perilaku (*behavior scores*), misal sampel yang diambil oleh penulis yaitu sampel ke-4 dengan nilai tes 47 serta nilai perilaku 73. Terdapat satu variabel *output* yaitu tingkatan (*grade*).

Langkah berikutnya dibuat fungsi keanggotaan sesuai dengan variabel *input*. Masih mengacu terhadap contoh maka diperoleh dua fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan nilai tes (*test scores*) dan fungsi keanggotaan nilai perilaku (*behavior scores*).

1. Nilai Tes (*Test Scores*)

Fungsi keanggotaan nilai tes dimuat dalam 4 kondisi yaitu *Poor*, *Fair*, *Good*, dan *Excellent*.



Gambar 3.2 Fungsi Keanggotaan Nilai Tes

Sumber: (Khomeiny, Kusuma, Handayani, Wibawa, & Irianti, 2020).

Kondisi pertama yaitu *Poor* diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tes dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika kurang dari sama dengan 28.

$$Poor = \begin{cases} 1; x \leq 28 \\ \frac{40 - x}{40 - 28}; 28 \leq x \leq 40 \\ 0; x \geq 40 \end{cases} \quad (3.1)$$

Kondisi kedua yaitu *Fair* diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tes dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 40. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 28 atau lebih dari sama dengan 59.

$$Fair = \begin{cases} \frac{x - 28}{40 - 28}; 28 \leq x \leq 40 \\ \frac{59 - x}{59 - 40}; 40 \leq x \leq 59 \\ 0; x \geq 59 \vee x \leq 28 \end{cases} \quad (3.2)$$

Kondisi berikutnya yaitu *Good* diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tes dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 59. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 40 atau lebih dari sama dengan 71.

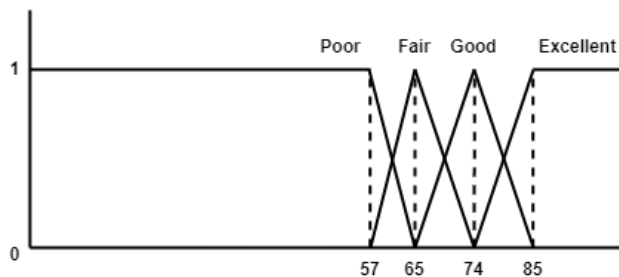
$$Good = \begin{cases} \frac{x - 40}{59 - 40}; 40 \leq x \leq 59 \\ \frac{71 - x}{71 - 59}; 59 \leq x \leq 71 \\ 0; x \geq 71 \vee x \leq 40 \end{cases} \quad (3.3)$$

Kondisi terakhir yaitu *Excellent* diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tes dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika lebih dari sama dengan 71.

$$Excellent = \begin{cases} 1; x \geq 71 \\ \frac{x - 59}{71 - 59}; 59 \leq x \leq 71 \\ 0; x \leq 59 \end{cases} \quad (3.4)$$

2. Nilai Perilaku (*Behavior Scores*)

Fungsi keanggotaan nilai perilaku dimuat dalam 4 kondisi yaitu *Poor*, *Fair*, *Good*, dan *Excellent*.



Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan Nilai Perilaku

Sumber: (Khomeiny, Kusuma, Handayani, Wibawa, & Irianti, 2020).

Kondisi pertama yaitu *Poor* diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai perilaku dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika kurang dari sama dengan 57.

$$Poor = \begin{cases} 1; x \leq 57 \\ \frac{65 - x}{65 - 57}; 57 \leq x \leq 65 \\ 0; x \geq 65 \end{cases} \quad (3.5)$$

Kondisi kedua yaitu *Fair* diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai perilaku dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 65. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 57 atau lebih dari sama dengan 74.

$$Fair = \begin{cases} \frac{x - 57}{65 - 57}; 57 \leq x \leq 65 \\ \frac{74 - x}{74 - 65}; 65 \leq x \leq 74 \\ 0; x \geq 74 \vee x \leq 57 \end{cases} \quad (3.6)$$

Kondisi ketiga yaitu *Good* diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai perilaku dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 74. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 65 atau lebih dari sama dengan 85.

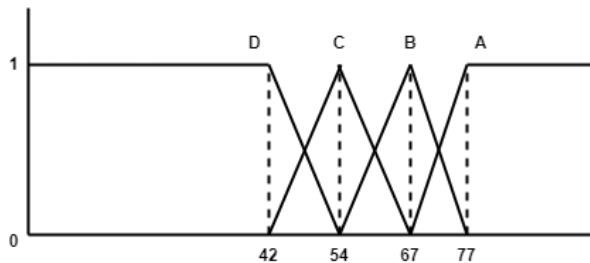
$$Good = \begin{cases} \frac{x - 65}{74 - 65}; 65 \leq x \leq 74 \\ \frac{85 - x}{85 - 74}; 74 \leq x \leq 85 \\ 0; x \geq 85 \vee x \leq 65 \end{cases} \quad (3.7)$$

Kondisi terakhir yaitu *Excellent* diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai perilaku dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika lebih dari sama dengan 85.

$$Excellent = \begin{cases} 1; x \geq 85 \\ \frac{x - 74}{85 - 74}; 74 \leq x \leq 85 \\ 0; x \leq 74 \end{cases} \quad (3.8)$$

3. Tingkat (*Grade*)

Output berupa tingkatan yang diperoleh dari nilai tes dan nilai perilaku. Fungsi keanggotaan tingkatan dimuat dalam 4 nilai yaitu D, C, B, dan A.



Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan Tingkat

Sumber: (Khomeiny, Kusuma, Handayani, Wibawa, & Irianti, 2020).

Kondisi pertama yaitu D diperoleh pada fungsi keanggotaan *grade* dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika kurang dari sama dengan 42.

$$D = \begin{cases} 1; x \leq 42 \\ \frac{54 - x}{54 - 42}; 42 \leq x \leq 54 \\ 0; x \geq 54 \end{cases} \quad (3.9)$$

Kondisi kedua yaitu C diperoleh pada fungsi keanggotaan *grade* dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 54. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 42 atau lebih dari sama dengan 67.

$$C = \begin{cases} \frac{x - 42}{54 - 42}; 42 \leq x \leq 54 \\ \frac{67 - x}{67 - 54}; 54 \leq x \leq 67 \\ 0; x \geq 67 \vee x \leq 42 \end{cases} \quad (3.10)$$

Kondisi ketiga yaitu B diperoleh pada fungsi keanggotaan *grade* dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 67. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 54 atau lebih dari sama dengan 77.

$$B = \begin{cases} \frac{x - 54}{67 - 54}; 54 \leq x \leq 67 \\ \frac{77 - x}{77 - 67}; 67 \leq x \leq 77 \\ 0; x \geq 77 \vee x \leq 54 \end{cases} \quad (3.11)$$

Kondisi terakhir yaitu A pada fungsi keanggotaan *grade* dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika lebih dari sama dengan 77.

$$A = \begin{cases} 1; x \geq 77 \\ \frac{x - 67}{77 - 67}; 67 \leq x \leq 77 \\ 0; x \leq 67 \end{cases} \quad (3.12)$$

Langkah berikutnya fuzzifikasi yakni dihitung nilai *fuzzy* dari nilai tes dan nilai perilaku.

1. Nilai Tes (47)

Nilai 47 pada fungsi keanggotaan nilai tes diperoleh diantara kondisi *Fair* (40) dan *Good* (59). Berdasarkan persamaan 3.2 dan persamaan 3.3 diperoleh dua nilai *fuzzy* pada nilai tes sebagai berikut.

$$\mu_{fair}[47] = \frac{59 - x}{59 - 40} = \frac{59 - 47}{59 - 40} = \frac{12}{19} = 0,632$$

$$\mu_{good}[47] = \frac{x - 40}{59 - 40} = \frac{47 - 40}{59 - 40} = \frac{7}{19} = 0,368$$

2. Nilai Perilaku (73)

Nilai 73 pada fungsi keanggotaan nilai perilaku diperoleh diantara kondisi *Fair* (65) dan *Good* (74). Berdasarkan persamaan 3.6 dan persamaan 3.7 diperoleh dua nilai *fuzzy* pada nilai perilaku sebagai berikut.

$$\mu_{fair}[73] = \frac{74 - x}{74 - 65} = \frac{74 - 73}{74 - 65} = \frac{1}{9} = 0,111$$

$$\mu_{good}[73] = \frac{x - 65}{74 - 65} = \frac{73 - 65}{74 - 65} = \frac{78}{9} = 0,889$$

Kemudian dibuat tabel aturan *fuzzy* berdasarkan 2 variabel *input* dengan masing-masing terdapat 4 kondisi dan 1 variabel *output* dengan 4 kondisi.

Tabel 3.1 Aturan *Fuzzy*

<i>Test / Behavior</i>	<i>Poor</i>	<i>Pair</i>	<i>Good</i>	<i>Excellent</i>
<i>Poor</i>	D	D	C	B
<i>Fair</i>	D	D	C	A
<i>Good</i>	D	D	B	A
<i>Excellent</i>	D	C	B	A

Berdasarkan Tabel 3.1 diperoleh 16 aturan. Selanjutnya diperoleh 4 nilai *fuzzy* yang sesuai untuk mendapatkan nilai *output*. Empat aturan yang diperoleh sebagai berikut berdasarkan nilai tes 47 serta nilai perilaku 73:

Aturan ke-6: *IF behavior test is Fair AND test scores is Fair THEN "D"*

Aturan ke-7: *IF behavior test is Fair AND test scores is Good THEN "D"*

Aturan ke-10: *IF behavior test is Good AND test scores is Fair THEN "C"*

Aturan ke-11: *IF behavior test is Good AND test scores is Good THEN "B"*

Selanjutnya nilai *fuzzy* dimasukkan ke dalam 4 aturan sebagai berikut.

Aturan ke-6: *IF behavior test is Fair (0,111) AND test scores is Fair (0,632) THEN "D"*

Aturan ke-7: *IF behavior test is Fair (0,111) AND test scores is Good (0,368) THEN "D"*

Aturan ke-10: *IF behavior test is Good (0,889) AND test scores is Fair (0,632) THEN "C"*

Aturan ke-11: *IF behavior test is Good (0,889) AND test scores is Good (0,368) THEN "B"*

Kemudian dihitung nilai α dari masing-masing aturan yang diperoleh dengan konjungsi min (persamaan 2.12).

Aturan ke-6:

$$\alpha(6) = \mu_{\text{behaviorFair}} \cap \mu_{\text{testFair}}$$

$$\alpha(6) = \min(\mu_{\text{behaviorFair}}(0,111) \cap \mu_{\text{testFair}}(0,632))$$

$$\alpha(6) = \min(0,111; 0,632)$$

$$\alpha(6) = 0,111$$

Aturan 7:

$$\alpha(7) = \mu_{\text{behaviorFair}} \cap \mu_{\text{testGood}}$$

$$\alpha(7) = \min(\mu_{\text{behaviorFair}}(0,111) \cap \mu_{\text{testGood}}(0,368))$$

$$\alpha(7) = \min(0,111; 0,368)$$

$$\alpha(7) = 0,111$$

Aturan 10:

$$\alpha(10) = \mu_{\text{behaviorGood}} \cap \mu_{\text{testFair}}$$

$$\begin{aligned}\alpha(10) &= \min(\mu_{behaviorGood}(0,889) \cap \\ &\quad \mu_{testFair}(0,632)) \\ \alpha(10) &= \min(0,889; 0,632) \\ \alpha(10) &= 0,632\end{aligned}$$

Aturan 11:

$$\begin{aligned}\alpha(11) &= \mu_{behaviorGood} \cap \mu_{testGood} \\ \alpha(11) &= \min(\mu_{behaviorGood}(0,889) \cap \\ &\quad \mu_{testFair}(0,632)) \\ \alpha(11) &= \min(0,889; 0,632) \\ \alpha(11) &= 0,632\end{aligned}$$

Dilanjutkan dengan dihitungnya nilai maksimum dari masing-masing kondisi pada *output* sesuai (persamaan 2.11).

Grade D:

$$\begin{aligned}&GradeD(0,111) \cup GradeD(0,111) \\ &= \max(0,111; 0,111) \\ &= 0,111\end{aligned}$$

Grade C:

$$\begin{aligned}&GradeC(0,632) \\ &= \max(0,632) \\ &= 0,632\end{aligned}$$

Grade B:

$$\begin{aligned}&GradeB(0,368) \\ &= \max(0,368)\end{aligned}$$

$$= 0,368$$

Langkah selanjutnya yakni defuzzifikasi digunakan metode Centroid, diperoleh nilai tengah dan nilai *fuzzy* sebagai berikut.

Tabel 3.2 Metode Centroid

	D	C	B	A
Nilai tengah	42	54	67	77
Nilai <i>fuzzy</i>	0,111	0,632	0,368	0

Dihitung nilai defuzzifikasi berdasarkan (persamaan 2.13) sebagai berikut.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)}$$

$$Z = \frac{0,111(42) + 0,632(54) + 0,368(67)}{0,111 + 0,632 + 0,368}$$

$$Z = \frac{4,662 + 34,128 + 24,656}{1,111}$$

$$Z = 57,107$$

Jadi, nilai yang diperoleh siswa tersebut yaitu 57,107 termasuk *grade B*.

Nilai akhir semester mahasiswa dicari menggunakan *fuzzy* metode Mamdani seperti pada tahapan penelitian secara terurut. Jika pada contoh penerapan di atas menggunakan 2 nilai input menghasilkan 1 nilai *output*, maka pada penelitian yang penulis lakukan menggunakan 4 nilai *input* yang menghasilkan nilai *output* berupa nilai akhir

semester mahasiswa. Setiap fungsi keanggotaan nilai *input* maupun *output* menggunakan 5 kondisi, sehingga menghasilkan hingga 625 aturan *fuzzy* untuk menentukan hasil.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian yaitu meliputi data nilai tugas mandiri, nilai tugas terstruktur, nilai ujian tengah semester (UTS), dan nilai akhir semester (UAS) pada mata kuliah matematika komputasi tahun 2021. Data tersebut dapat dilihat di Lampiran 1. Sampel yang diambil secara acak sejumlah 5, sesuai pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Nilai Matematika Komputasi Tahun 2021

Sampel	No.	Nilai				Total
		Tugas Mandiri	Tugas Terstruktur	UTS	UAS	
1	20	75	80	75	75	76,25
2	24	85	80	80	80	80,5
3	32	70	80	75	70	73,75
4	43	80	80	75	85	80,75
5	46	75	80	75	70	74,25

Sampel diambil secara acak oleh penulis sejumlah 5 dari 46 mahasiswa. Lima sampel yang diperoleh bernomorurut 20, 24, 32, 43, dan 46.

B. Pengolahan Data

Berdasarkan langkah-langkah yang telah dijabarkan pada Bab III maka diperoleh hasil pengolahan data sebagai berikut.

1. Menentukan Variabel dan Himpunan *Fuzzy*

Variabel pada penelitian yang dilakukan dibagi ke menjadi 2 bagian yaitu variabel *input* dan variabel *output*. Terdapat 4 variabel *input* yaitu nilai tugas mandiri, nilai tugas terstruktur, nilai UTS, dan nilai UAS. Variabel *output* yaitu nilai akhir semester. Berikut semesta pembicaraan untuk variabel *input* maupun variabel *output* serta himpunan *fuzzy* ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Variabel dan Himpunan *Fuzzy*

Fungsi	Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Semesta	Domain
<i>Input</i>	Nilai Tugas Mandiri	SR	[0-100]	[0 45 55]
		R	[0-100]	[45 55 65]
		S	[0-100]	[55 65 75]
		T	[0-100]	[65 75 85]
		ST	[0-100]	[75 85 100]
	Nilai Tugas Terstruktur	SR	[0-100]	[0 45 55]
		R	[0-100]	[45 55 65]
		S	[0-100]	[55 65 75]
		T	[0-100]	[65 75 85]
		ST	[0-100]	[75 85 100]

Tabel 4.2 Lanjutan

<i>Input</i>	Nilai Ujian Tengah Semester	SR	[0-100]	[0 45 55]
		R	[0-100]	[45 55 65]
		S	[0-100]	[55 65 75]
		T	[0-100]	[65 75 85]
		ST	[0-100]	[75 85 100]
	Nilai Ujian Akhir Semester	SR	[0-100]	[0 45 55]
		R	[0-100]	[45 55 65]
		S	[0-100]	[55 65 75]
		T	[0-100]	[65 75 85]
		ST	[0-100]	[75 85 100]
<i>Output</i>	Nilai Akhir Semester	E	[0-100]	[0 45 55]
		D	[0-100]	[45 55 65]
		C	[0-100]	[55 65 75]
		B	[0-100]	[65 75 85]
		A	[0-100]	[75 85 100]

Keterangan:

SR = sangat rendah

R = rendah

S = sedang

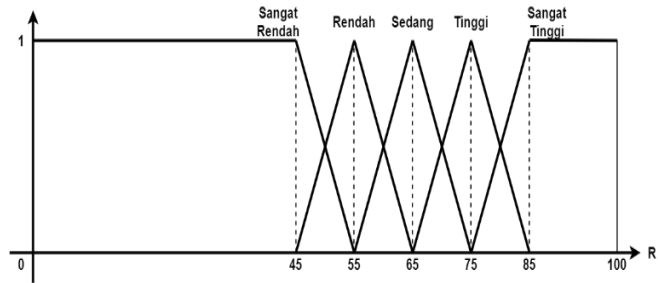
T = tinggi

ST = sangat tinggi

2. Menentukan Fungsi Keanggotaan

Berikutnya ditentukan fungsi keanggotaan untuk tiap variabel nilai tugas mandiri, nilai tugas terstruktur, nilai UTS, nilai UAS, dan nilai akhir semester.

a. Fungsi Keanggotaan Nilai Tugas Mandiri



Gambar 4.1 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai Tugas Mandiri

Fungsi keanggotaan nilai tugas mandiri dimuat oleh 5 kondisi yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Kondisi pertama yaitu sangat rendah (SR) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas mandiri dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika kurang dari sama dengan 45.

$$SR = \begin{cases} 1; x \leq 45 \\ \frac{55 - x}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ 0; x \geq 55 \end{cases} \quad (4.1)$$

Kondisi ke-2 yaitu rendah (R) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas mandiri dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 55. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 45 atau lebih dari sama dengan 65.

$$R = \begin{cases} \frac{x - 45}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ 0; x \geq 65 \vee x \leq 45 \end{cases} \quad (4.2)$$

Kondisi ke-3 yaitu sedang (S) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas mandiri dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 65. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 55 atau lebih dari sama dengan 75.

$$S = \begin{cases} \frac{x - 55}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ \frac{75 - x}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ 0; x \geq 75 \vee x \leq 55 \end{cases} \quad (4.3)$$

Kondisi ke-4 yaitu tinggi (T) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas mandiri dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 75. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 65 atau lebih dari sama dengan 85.

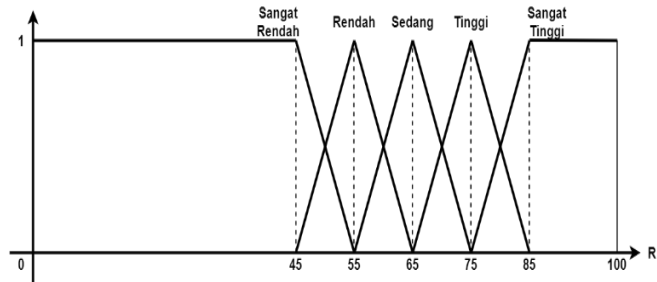
$$T = \begin{cases} \frac{x - 65}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ \frac{85 - x}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \geq 85 \vee x \leq 65 \end{cases} \quad (4.4)$$

Kondisi terakhir yaitu sangat tinggi (ST) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas mandiri

dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika lebih dari sama dengan 85.

$$ST = \begin{cases} 1; x \geq 85 \\ \frac{x - 75}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \leq 75 \end{cases} \quad (4.5)$$

b. Fungsi Keanggotaan Nilai Terstruktur



Gambar 4.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai Tugas Terstruktur

Fungsi keanggotaan nilai tugas terstruktur dimuat dalam 5 kondisi yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Kondisi pertama yaitu sangat rendah (SR) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas terstruktur dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika kurang dari sama dengan 45.

$$SR = \begin{cases} 1; x \leq 45 \\ \frac{55 - x}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ 0; x \geq 55 \end{cases} \quad (4.6)$$

Kondisi ke-2 yaitu rendah (R) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas terstruktur penuh atau 1 ketika sama dengan 55. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 45 atau lebih dari sama dengan 65.

$$R = \begin{cases} \frac{x - 45}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ 0; x \geq 65 \vee x \leq 45 \end{cases} \quad (4.7)$$

Kondisi ke-3 yaitu sedang (S) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas terstruktur dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 65. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 55 atau lebih dari sama dengan 75.

$$S = \begin{cases} \frac{x - 55}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ \frac{75 - x}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ 0; x \geq 75 \vee x \leq 55 \end{cases} \quad (4.8)$$

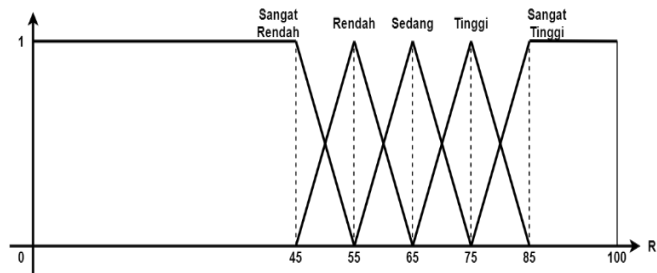
Kondisi ke-4 yaitu tinggi (T) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas terstruktur dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 75. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 65 atau lebih dari sama dengan 85.

$$T = \begin{cases} \frac{x - 65}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ \frac{85 - x}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \geq 85 \vee x \leq 65 \end{cases} \quad (4.9)$$

Kondisi terakhir yaitu sangat tinggi (ST) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai tugas terstruktur dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika lebih dari sama dengan 85.

$$ST = \begin{cases} 1; x \geq 85 \\ \frac{x - 75}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \leq 75 \end{cases} \quad (4.10)$$

c. Fungsi Keanggotaan Nilai UTS



Gambar 4.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai UTS

Fungsi keanggotaan nilai UTS dimuat dalam 5 kondisi yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Kondisi pertama yaitu sangat rendah (SR) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UTS dengan

derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika kurang dari sama dengan 45.

$$SR = \begin{cases} 1; x \leq 45 \\ \frac{55 - x}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ 0; x \geq 55 \end{cases} \quad (4.11)$$

Kondisi ke-2 yaitu rendah (R) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UTS penuh atau 1 ketika sama dengan 55. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 45 atau lebih dari sama dengan 65.

$$R = \begin{cases} \frac{x - 45}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ 0; x \geq 65 \vee x \leq 45 \end{cases} \quad (4.12)$$

Kondisi ke-3 yaitu sedang (S) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UTS dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 65. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 55 atau lebih dari sama dengan 75.

$$S = \begin{cases} \frac{x - 55}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ \frac{75 - x}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ 0; x \geq 75 \vee x \leq 55 \end{cases} \quad (4.13)$$

Kondisi ke-4 yaitu tinggi (T) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UTS dengan derajat

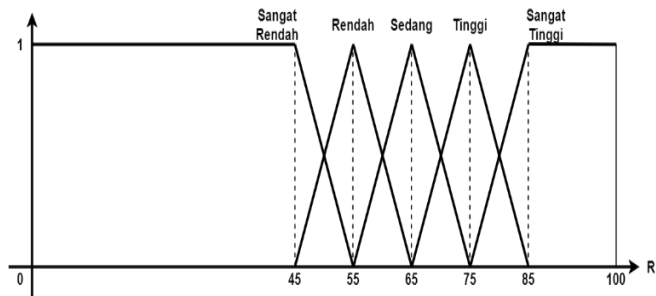
keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 75. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 65 atau lebih dari sama dengan 85.

$$T = \begin{cases} \frac{x - 65}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ \frac{85 - x}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \geq 85 \vee x \leq 65 \end{cases} \quad (4.14)$$

Kondisi terakhir yaitu sangat tinggi (ST) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UTS dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika lebih dari sama dengan 85.

$$ST = \begin{cases} 1; x \geq 85 \\ \frac{x - 75}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \leq 75 \end{cases} \quad (4.15)$$

d. Fungsi Keanggotaan Nilai UAS



Gambar 4.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai UAS

Fungsi keanggotaan nilai UAS dimuat dalam 5 kondisi yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Kondisi pertama yaitu sangat rendah (SR) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UAS dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika kurang dari sama dengan 45.

$$SR = \begin{cases} 1; x \leq 45 \\ \frac{55 - x}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ 0; x \geq 55 \end{cases} \quad (4.16)$$

Kondisi ke-2 yaitu rendah (R) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UAS penuh atau 1 ketika sama dengan 55. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 45 atau lebih dari sama dengan 65.

$$R = \begin{cases} \frac{x - 45}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ 0; x \geq 65 \vee x \leq 45 \end{cases} \quad (4.17)$$

Kondisi ke-3 yaitu sedang (S) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UAS dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 65. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 55 atau lebih dari sama dengan 75.

$$S = \begin{cases} \frac{x - 55}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ \frac{75 - x}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ 0; x \geq 75 \vee x \leq 55 \end{cases} \quad (4.18)$$

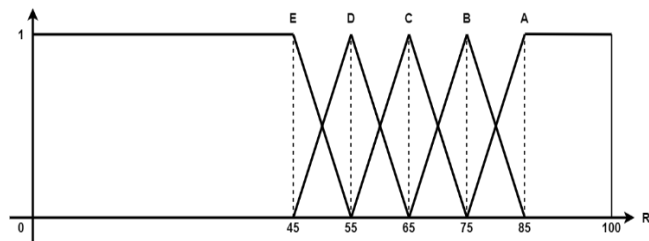
Kondisi ke-4 yaitu tinggi (T) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UAS dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 75. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 65 atau lebih dari sama dengan 85.

$$T = \begin{cases} \frac{x - 65}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ \frac{85 - x}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \geq 85 \vee x \leq 65 \end{cases} \quad (4.19)$$

Kondisi terakhir yaitu sangat tinggi (ST) diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai UAS dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika lebih dari sama dengan 85.

$$ST = \begin{cases} 1; x \geq 85 \\ \frac{x - 75}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \leq 75 \end{cases} \quad (4.20)$$

e. Fungsi Keanggotaan Nilai Akhir Semester



Gambar 4.5 Grafik Fungsi Keanggotaan Nilai Akhir Semester

Fungsi keanggotaan nilai akhir semester dimuat dalam 5 kondisi yaitu E, D, C, B, dan A.

Kondisi pertama yaitu nilai E diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai akhir semester dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika kurang dari sama dengan 45.

$$E = \begin{cases} 1; x \leq 45 \\ \frac{55 - x}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ 0; x \geq 55 \end{cases} \quad (4.21)$$

Kondisi ke-2 yaitu nilai D diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai akhir semester penuh atau 1 ketika sama dengan 55. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 45 atau lebih dari sama dengan 65.

$$D = \begin{cases} \frac{x - 45}{55 - 45}; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ 0; x \geq 65 \vee x \leq 45 \end{cases} \quad (4.22)$$

Kondisi ke-3 yaitu nilai C diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai akhir semester dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 65. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 55 atau lebih dari sama dengan 75.

$$C = \begin{cases} \frac{x - 55}{65 - 55}; 55 \leq x \leq 65 \\ \frac{75 - x}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ 0; x \geq 75 \vee x \leq 55 \end{cases} \quad (4.23)$$

Kondisi ke-4 yaitu nilai B diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai akhir semester dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika sama dengan 75. Kemudian bernilai 0 ketika bernilai kurang dari sama dengan 65 atau lebih dari sama dengan 85.

$$B = \begin{cases} \frac{x - 65}{75 - 65}; 65 \leq x \leq 75 \\ \frac{85 - x}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \geq 85 \vee x \leq 65 \end{cases} \quad (4.24)$$

Kondisi terakhir yaitu nilai A diperoleh pada fungsi keanggotaan nilai akhir semester dengan derajat keanggotaan bernilai penuh atau 1 ketika lebih dari sama dengan 85.

$$A = \begin{cases} 1; x \geq 85 \\ \frac{x - 75}{85 - 75}; 75 \leq x \leq 85 \\ 0; x \leq 75 \end{cases} \quad (4.25)$$

C. Perhitungan Sistem Fuzzy Metode Mamdani

Sebelum dilakukan fuzzifikasi, ditentukan aturan *fuzzy* terlebih dahulu untuk memudahkan perhitungan pada sistem *fuzzy*. Aturan *fuzzy* yang dibuat berdasarkan pada kontrak perkuliahan mata kuliah matematika komputasi

pada tahun 2021. Aturan diperoleh berdasarkan tugas terstruktur 20%, tugas mandiri 30%, ujian tengah semester 25%, dan ujian akhir semester 25%.

Berdasarkan 4 variabel *input* disertai 5 kondisi pada setiap variabelnya maka diperoleh 625 aturan *fuzzy* ditampilkan pada Lampiran 2. Berikut sebagian peraturan yang diperoleh.

Aturan ke-1: *IF* nilai tugas mandiri sangat rendah *AND* nilai tugas terstruktur sangat rendah *AND* nilai ujian tengah semester sangat rendah *AND* nilai ujian akhir semester sangat rendah *THEN* nilai akhir semester *E*.

Aturan ke-2: *IF* nilai tugas mandiri sangat rendah *AND* nilai tugas terstruktur sangat rendah *AND* nilai ujian tengah semester sangat rendah *AND* nilai ujian akhir semester rendah *THEN* nilai akhir semester *E*.

⋮

Aturan 625: *IF* nilai mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester sangat tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester *A*.

Setelah diperoleh 625 aturan *fuzzy*, selanjutnya akan dilakukan perhitungan menggunakan sistem *fuzzy* berdasarkan metode Mamdani. Lima sampel yang digunakan dapat dilihat dari Tabel 4.1.

Sampel pertama diperoleh nilai tugas mandiri 75, nilai tugas terstruktur 80, nilai UTS 75, dan nilai UAS 75. Berdasarkan persamaan 2.8 maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

Pertama, bagian nilai tugas mandiri 75 diperoleh pada variabel linguistik tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.4.

$$\mu_{tinggi}[75] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{75 - 65}{75 - 65} = \frac{10}{10} = 1.$$

Kedua, bagian nilai tugas terstruktur 80 diperoleh diantara variabel linguistik tinggi (persamaan 4.9) dan sangat tinggi (persamaan 4.10).

$$\mu_{tinggi}[80] = \frac{85 - x}{85 - 75} = \frac{85 - 80}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}[80] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{80 - 75}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Ketiga, bagian nilai UTS 75 diperoleh pada variabel linguistik tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.14.

$$\mu_{tinggi}[75] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{75 - 65}{75 - 65} = \frac{10}{10} = 1.$$

Terakhir, bagian nilai UAS 75 diperoleh pada variabel linguistik tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.19.

$$\mu_{tinggi}[75] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{75 - 65}{75 - 65} = \frac{10}{10} = 1.$$

Berikutnya dibuat tabel untuk menentukan aturan fuzzy yang dicari.

Tabel 4.3 Aturan Fuzzy Sampel 1

Tugas Mandiri	Tugas Terstruktur	UTS	UAS
Tinggi	Tinggi Sangat tinggi	Tinggi	Tinggi

Setelah dihitung setiap nilai pada masing-masing variabel maka ditemukan dua aturan dari 625 aturan yang berhubungan dengan setiap variabel linguistik yang dihitung. Aturan yang diperoleh sebagai berikut:

Aturan ke-469: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-494: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai

ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Setelah ditemukan 2 aturan, dilanjutkan proses konjungsi yaitu menghitung nilai minimum setiap aturan berdasarkan persamaan 2.12.

Aturan ke-469

$$\begin{aligned}\alpha(469) &= \mu_{\text{nilai } TM} \text{tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } TT} \text{tinggi} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UT} \text{tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UA} \text{tinggi} \\ \alpha(469) &= \min(1; 0,5; 1; 0,5) \\ \alpha(469) &= 0,5.\end{aligned}$$

Aturan ke-494

$$\begin{aligned}\alpha(494) &= \mu_{\text{nilai } TM} \text{tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } TT} \text{sangat tinggi} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UT} \text{tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UA} \text{tinggi} \\ \alpha(494) &= \min(1; 0,5; 1; 0,5) \\ \alpha(494) &= 0,5.\end{aligned}$$

Setelah dihitung nilai minimum setiap aturan, dilanjutkan dengan proses disjungsi pada setiap tingkatan berdasarkan persamaan 2.11.

$$\begin{aligned}\text{nilai } B &= \max(\alpha(469) \cup \alpha(494)) \\ \text{nilai } B &= \max(0,5; 0,5) \\ \text{nilai } B &= 0,5.\end{aligned}$$

Selanjutnya dibuat tabel untuk memudahkan identifikasi nilai defuzzifikasi.

Tabel 4.4 Defuzzifikasi Sampel 1

	E	D	C	B	A
Nilai tengah	45	55	65	75	85
Nilai fuzzy	0	0	0	0,5	0

Nilai defuzzifikasi dihitung berdasarkan pada persamaan 2.13, maka diperoleh sebagai berikut:

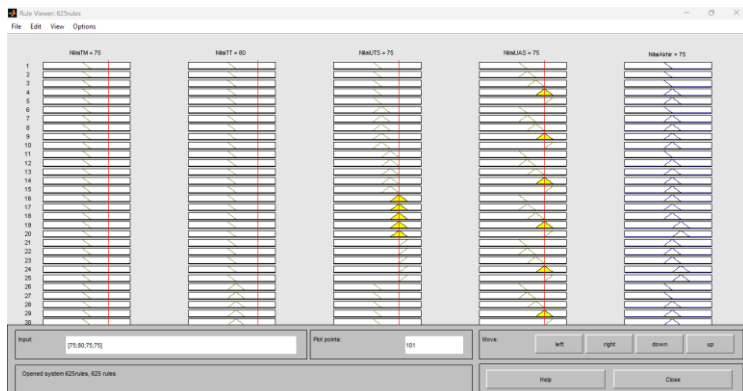
$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)}$$

$$Z = \frac{B(75)}{B}$$

$$Z = \frac{0,5(75)}{0,5}$$

$$Z = 75.$$

Nilai akhir yang diperoleh yaitu 75 termasuk dalam nilai B.



Gambar 4.6 Hasil Perhitungan Sampel 1 pada *Fuzzy Inference System (FIS)* Matlab

Sampel kedua diperoleh nilai tugas mandiri 85, nilai tugas terstruktur 80, nilai UTS 80, dan nilai UAS 80. Berdasarkan persamaan (2.8) maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

Pertama, bagian nilai tugas mandiri 85 diperoleh pada variabel linguistik sangat tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.5.

$$\mu_{sangat\ tinggi}[85] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{85 - 75}{85 - 75} = \frac{10}{10} = 1.$$

Kedua, bagian nilai tugas terstruktur 80 diperoleh diantara variabel linguistik tinggi (persamaan 4.9) dan sangat tinggi (persamaan 4.10).

$$\mu_{tinggi}[80] = \frac{85 - x}{85 - 75} = \frac{85 - 80}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}[80] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{80 - 75}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Ketiga, bagian nilai UTS 80 diperoleh diantara variabel linguistik tinggi (persamaan 4.14) dan sangat tinggi (persamaan 4.15).

$$\mu_{tinggi}[80] = \frac{85 - x}{85 - 75} = \frac{85 - 80}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}[80] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{80 - 75}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Terakhir, bagian nilai UAS 80 diperoleh diantara variabel linguistik tinggi (persamaan 4.19) dan sangat tinggi (persamaan 4.20).

$$\mu_{tinggi}[80] = \frac{85 - x}{85 - 75} = \frac{85 - 80}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{sangat tinggi}[80] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{80 - 75}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Berikutnya dibuat tabel untuk menentukan aturan fuzzy yang dicari.

Tabel 4.5 Aturan Fuzzy Sampel 2

Tugas Mandiri	Tugas Terstruktur	UTS	UAS
Sangat tinggi	Tinggi Sangat tinggi	Tinggi Sangat tinggi	Tinggi Sangat tinggi

Setelah dihitung setiap nilai pada masing-masing variabel maka ditemukan 8 aturan dari 625 aturan yang berhubungan dengan setiap variabel linguistik yang dihitung. Aturan yang diperoleh sebagai berikut:

Aturan ke-594: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-595: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Aturan ke-599: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester sangat tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Aturan ke-600: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester sangat tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Aturan ke-619: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Aturan ke-620: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Aturan ke-624: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester sangat tinggi

AND nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Aturan ke-625: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester sangat tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Setelah ditemukan 8 aturan, dilanjutkan proses konjungsi yaitu menghitung nilai minimum setiap aturan berdasarkan persamaan 2.12.

Aturan ke-594

$$\begin{aligned}\alpha(594) &= \mu_{\text{nilai } TM} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } TT} \text{ tinggi} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs} \text{ tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UAS} \text{ tinggi} \\ \alpha(594) &= \min(1; 0,5; 0,5; 0,5) \\ \alpha(594) &= 0,5.\end{aligned}$$

Aturan ke-595

$$\begin{aligned}\alpha(595) &= \mu_{\text{nilai } TM} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } TT} \text{ tinggi} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs} \text{ tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UAS} \text{ sangat tinggi} \\ \alpha(595) &= \min(1; 0,5; 0,5; 0,5) \\ \alpha(595) &= 0,5.\end{aligned}$$

Aturan ke-599

$$\begin{aligned}\alpha(599) &= \mu_{\text{nilai } TM} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } TT} \text{ tinggi} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UAS} \text{ tinggi} \\ \alpha(599) &= \min(1; 0,5; 0,5; 0,5)\end{aligned}$$

$$\alpha(595) = 0,5.$$

Aturan ke-600

$$\alpha(600) = \mu_{\text{nilai } TM} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } TT} \text{ tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } UTs} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UAS} \text{ sangat tinggi}$$

$$\alpha(600) = \min(1; 0,5; 0,5; 0,5)$$

$$\alpha(600) = 0,5.$$

Aturan ke-619

$$\alpha(619) = \mu_{\text{nilai } TM} \text{ sangat tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } TT} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UTs} \text{ tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } UAS} \text{ tinggi}$$

$$\alpha(619) = \min(1; 0,5; 0,5; 0,5)$$

$$\alpha(619) = 0,5.$$

Aturan ke-620

$$\alpha(620) = \mu_{\text{nilai } TM} \text{ sangat tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } TT} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UTs} \text{ tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } UAS} \text{ sangat tinggi}$$

$$\alpha(620) = \min(1; 0,5; 0,5; 0,5)$$

$$\alpha(620) = 0,5.$$

Aturan ke-624

$$\alpha(624) = \mu_{\text{nilai } TM} \text{ sangat tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } TT} \text{ sangat tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } UTs} \text{ sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UAS} \text{ tinggi}$$

$$\alpha(624) = \min(1; 0,5; 0,5; 0,5)$$

$$\alpha(624) = 0,5.$$

Aturan ke-625

$$\begin{aligned}\alpha(625) &= \mu_{\text{nilai } TM} \text{ sangat tinggi} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } TT} \text{ sangat tinggi} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs} \text{ sangat tinggi} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UAs} \text{ sangat tinggi}\end{aligned}$$

$$\alpha(625) = \min(1; 0,5; 0,5; 0,5)$$

$$\alpha(625) = 0,5.$$

Setelah dihitung nilai minimum setiap aturan, dilanjutkan dengan proses disjungsi pada setiap tingkatan berdasarkan persamaan 2.11.

$$\text{nilai } B = \max(\alpha(594)) = \max(0,5) = 0,5.$$

$$\begin{aligned}\text{nilai } A &= \max(\alpha(595) \cup \alpha(595) \cup \alpha(600) \cup \alpha(619) \\ &\quad \cup \alpha(620) \cup \alpha(624) \cup \alpha(625))\end{aligned}$$

$$\text{nilai } A = \max(0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5)$$

$$\text{nilai } A = 0,5.$$

Selanjutnya dibuat tabel untuk memudahkan identifikasi nilai defuzzifikasi.

Tabel 4.6 Defuzzifikasi Sampel 2

	E	D	C	B	A
Nilai tengah	45	55	65	75	85
Nilai fuzzy	0	0	0	0,5	0,5

Nilai defuzzifikasi dihitung berdasarkan pada persamaan 2.13, maka diperoleh sebagai berikut:

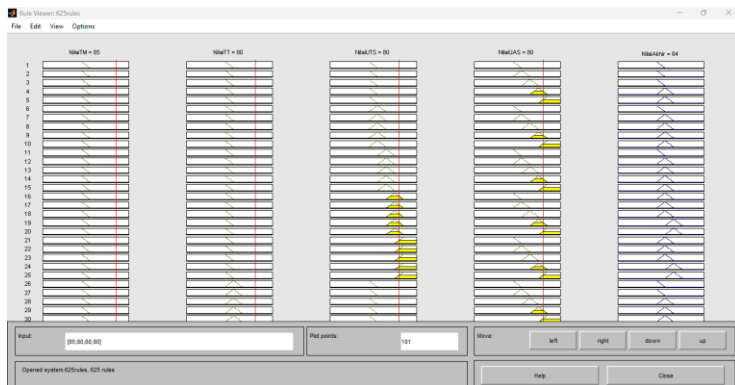
$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)}$$

$$Z = \frac{B(75) + A(85)}{B + A}$$

$$Z = \frac{0,5(75) + 0,5(85)}{0,5 + 0,5}$$

$$Z = \frac{37,5 + 42,5}{1} = 80.$$

Nilai akhir yang diperoleh yaitu 80 termasuk dalam nilai A.



Gambar 4.7 Hasil Perhitungan Sampel 2 pada FIS Matlab

Sampel ketiga diperoleh nilai tugas mandiri 70, nilai tugas terstruktur 80, nilai UTS 75, dan nilai UAS 70. Berdasarkan persamaan 2.8 maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

Pertama, bagian nilai tugas mandiri 70 diperoleh diantara variabel linguistik sedang (persamaan 4.3) dan tinggi (persamaan 4.4).

$$\mu_{sedang}[70] = \frac{75 - x}{75 - 65} = \frac{75 - 70}{75 - 65} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{tinggi}[70] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{70 - 65}{75 - 65} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Kedua, bagian nilai tugas terstruktur 80 diperoleh diantara variabel linguistik tinggi (persamaan 4.9) dan sangat tinggi (persamaan 4.10).

$$\mu_{tinggi}[80] = \frac{85 - x}{85 - 75} = \frac{85 - 80}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}[80] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{80 - 75}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Ketiga, bagian nilai UTS 75 diperoleh pada variabel linguistik tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.14.

$$\mu_{tinggi}[75] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{75 - 65}{75 - 65} = \frac{10}{10} = 1.$$

Terakhir, bagian nilai UAS 70 diperoleh diantara variabel linguistik sedang (persamaan 4.18) dan tinggi (persamaan 4.19).

$$\mu_{sedang}[70] = \frac{75 - x}{75 - 65} = \frac{75 - 70}{75 - 65} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{tinggi}[70] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{70 - 65}{75 - 65} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Berikutnya dibuat tabel untuk menentukan aturan fuzzy yang dicari.

Tabel 4.7 Aturan Fuzzy Sampel 3

Tugas Mandiri	Tugas Terstruktur	UTS	UAS
Sedang Tinggi	Tinggi Sangat tinggi	Tinggi	Sedang Tinggi

Setelah dihitung setiap nilai pada masing-masing variabel maka ditemukan 8 aturan dari 625 aturan yang berhubungan dengan setiap variabel linguistik yang dihitung. Aturan yang diperoleh sebagai berikut.

Aturan ke-343: *IF* nilai tugas mandiri sedang *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sedang *THEN* nilai akhir semester C.

Aturan ke-344: *IF* nilai tugas mandiri sedang *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-368: *IF* nilai tugas mandiri sedang *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sedang *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-369: *IF* nilai tugas mandiri sedang *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai

ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-468: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sedang *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-469: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-493: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sedang *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-494: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Setelah ditemukan 8 aturan, dilanjutkan proses konjungsi yaitu menghitung nilai minimum setiap aturan berdasarkan persamaan 2.12.

Aturan ke-343

$$\alpha(343) = \mu_{nilai\ TM\ sedang} \cap \mu_{nilai\ TT\ tinggi} \cap$$

$$\mu_{nilai\ UTs\ tinggi} \cap \mu_{nilai\ UAS\ sedang}$$

$$\alpha(343) = \min(0,5; 0,5; 1; 0,5)$$

$$\alpha(343) = 0,5.$$

Aturan ke-344

$$\alpha(344) = \mu_{nilai\ TM\ sedang} \cap \mu_{nilai\ TT\ tinggi} \cap$$

$$\mu_{nilai\ UTs\ tinggi} \cap \mu_{nilai\ UAS\ tinggi}$$

$$\alpha(344) = \min(0,5; 0,5; 1; 0,5)$$

$$\alpha(344) = 0,5.$$

Aturan ke-368

$$\alpha(368) = \mu_{nilai\ TM\ sedang} \cap \mu_{nilai\ TT\ sangat\ tinggi} \cap$$

$$\mu_{nilai\ UTs\ tinggi} \cap \mu_{nilai\ UAS\ sedang}$$

$$\alpha(368) = \min(0,5; 0,5; 1; 0,5)$$

$$\alpha(368) = 0,5.$$

Aturan ke-369

$$\alpha(369) = \mu_{nilai\ TM\ sedang} \cap \mu_{nilai\ TT\ sangat\ tinggi} \cap$$

$$\mu_{nilai\ UTs\ tinggi} \cap \mu_{nilai\ UAS\ tinggi}$$

$$\alpha(369) = \min(0,5; 0,5; 1; 0,5)$$

$$\alpha(369) = 0,5.$$

Aturan ke-468

$$\begin{aligned}\alpha(468) &= \mu_{\text{nilai } TM \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } TT \text{ tinggi}} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } UAS \text{ sedang}} \\ \alpha(468) &= \min(0,5; 0,5; 1; 0,5) \\ \alpha(468) &= 0,5.\end{aligned}$$

Aturan ke-469

$$\begin{aligned}\alpha(469) &= \mu_{\text{nilai } TM \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } TT \text{ tinggi}} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } UAS \text{ tinggi}} \\ \alpha(469) &= \min(0,5; 0,5; 1; 0,5) \\ \alpha(469) &= 0,5.\end{aligned}$$

Aturan ke-493

$$\begin{aligned}\alpha(493) &= \mu_{\text{nilai } TM \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } TT \text{ sangat tinggi}} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } UAS \text{ sedang}} \\ \alpha(493) &= \min(0,5; 0,5; 1; 0,5) \\ \alpha(493) &= 0,5.\end{aligned}$$

Aturan ke-494

$$\begin{aligned}\alpha(494) &= \mu_{\text{nilai } TM \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } TT \text{ sangat tinggi}} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } UAS \text{ tinggi}} \\ \alpha(494) &= \min(1; 0,5; 1; 0,5) \\ \alpha(494) &= 0,5.\end{aligned}$$

Setelah dihitung nilai minimum setiap aturan, dilanjutkan dengan proses disjungsi pada setiap tingkatan berdasarkan persamaan 2.11.

$$\text{nilai } C = \max(\alpha(343)) = \max(0,5) = 0,5.$$

$$\begin{aligned} \text{nilai } B &= \max(\alpha(344) \cup \alpha(369) \cup \alpha(369) \cup \alpha(468) \\ &\quad \cup \alpha(469) \cup \alpha(493) \cup \alpha(494)) \end{aligned}$$

$$\text{nilai } B = \max(0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5)$$

$$\text{nilai } B = 0,5.$$

Selanjutnya dibuat tabel untuk memudahkan identifikasi nilai defuzzifikasi.

Tabel 4.8 Defuzzifikasi Sampel 3

	E	D	C	B	A
Nilai tengah	45	55	65	75	85
Nilai fuzzy	0	0	0,5	0,5	0

Nilai defuzzifikasi dihitung berdasarkan pada persamaan 2.13, maka diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)} \\ Z &= \frac{C(65) + B(75)}{C + B} \\ Z &= \frac{0,5(65) + 0,5(75)}{0,5 + 0,5} \\ Z &= \frac{32,5 + 37,5}{1} = 70. \end{aligned}$$

Nilai akhir yang diperoleh yaitu 70 termasuk dalam nilai B.



Gambar 4.8 Hasil Perhitungan Sampel 3 pada FIS Matlab

Sampel keempat diperoleh nilai tugas mandiri 80, nilai tugas terstruktur 80, nilai UTS 75, dan nilai UAS 85. Berdasarkan persamaan 2.8 maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

Pertama, bagian nilai tugas mandiri 80 diperoleh diantara variabel linguistik tinggi (persamaan 4.4) dan sangat tinggi (persamaan 4.5).

$$\mu_{tinggi}[80] = \frac{85 - x}{85 - 75} = \frac{85 - 80}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}[80] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{80 - 75}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Kedua, bagian nilai tugas terstruktur 80 diperoleh diantara variabel linguistik tinggi (persamaan 4.9) dan sangat tinggi (persamaan 4.10).

$$\mu_{tinggi}[80] = \frac{85 - x}{85 - 75} = \frac{85 - 80}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}[80] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{80 - 75}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Ketiga, bagian nilai UTS 75 diperoleh pada variabel linguistik tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.14.

$$\mu_{tinggi}[75] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{75 - 65}{75 - 65} = \frac{10}{10} = 1.$$

Terakhir, bagian nilai UAS 85 diperoleh pada variabel linguistik sangat tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.20.

$$\mu_{sangat\ tinggi}[85] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{85 - 75}{85 - 75} = \frac{10}{10} = 1.$$

Berikutnya dibuat tabel untuk menentukan aturan fuzzy yang dicari.

Tabel 4.9 Aturan Fuzzy Sampel 4

Tugas Mandiri	Tugas Terstruktur	UTS	UAS
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sangat tinggi
Sangat tinggi	Sangat tinggi		

Setelah dihitung setiap nilai pada masing-masing variabel maka ditemukan 4 aturan dari 625 aturan yang berhubungan dengan setiap variabel linguistik yang dihitung. Aturan yang diperoleh sebagai berikut.

Aturan ke-470: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian

akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-495: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-595: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Aturan ke-620: *IF* nilai tugas mandiri sangat tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sangat tinggi *THEN* nilai akhir semester A.

Setelah ditemukan 4 aturan, dilanjutkan proses konjungsi yaitu menghitung nilai minimum setiap aturan berdasarkan persamaan 2.12.

Aturan ke-470

$$\begin{aligned}\alpha(470) &= \mu_{\text{nilai } TM \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } TT \text{ tinggi}} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs \text{ tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } UAS \text{ sangat tinggi}} \\ \alpha(470) &= \min(0,5; 0,5; 1; 1)\end{aligned}$$

$$\alpha(470) = 0,5.$$

Aturan ke-495

$$\alpha(495) = \mu_{\text{nilai } TM} \text{tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } TT} \text{sangat tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } UTs} \text{tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UAS} \text{sangat tinggi}$$

$$\alpha(495) = \min(0,5; 0,5; 1; 1)$$

$$\alpha(495) = 0,5.$$

Aturan ke-595

$$\alpha(595) = \mu_{\text{nilai } TM} \text{sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } TT} \text{tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } UTs} \text{tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UAS} \text{sangat tinggi}$$

$$\alpha(595) = \min(0,5; 0,5; 1; 1)$$

$$\alpha(595) = 0,5.$$

Aturan ke-620

$$\alpha(620) = \mu_{\text{nilai } TM} \text{sangat tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } TT} \text{sangat tinggi} \cap \mu_{\text{nilai } UTs} \text{tinggi} \cap \\ \mu_{\text{nilai } UAS} \text{sangat tinggi}$$

$$\alpha(620) = \min(0,5; 0,5; 1; 1)$$

$$\alpha(620) = 0,5.$$

Setelah dihitung nilai minimum setiap aturan, dilanjutkan dengan proses disjungsi pada setiap tingkatan berdasarkan persamaan 2.11.

$$\text{nilai } B = \max(\alpha(470) \cup \alpha(495)) = \max(0,5; 0,5) = 0,5.$$

$$\text{nilai } A = \max(\alpha(595) \cup \alpha(620)) = \max(0,5; 0,5) = 0,5.$$

Selanjutnya dibuat tabel untuk memudahkan identifikasi nilai defuzzifikasi.

Tabel 4.10 Defuzzifikasi Sampel 4

	E	D	C	B	A
Nilai tengah	45	55	65	75	85
Nilai fuzzy	0	0	0	0,5	0,5

Nilai defuzzifikasi dihitung berdasarkan pada persamaan 2.13, maka diperoleh sebagai berikut:

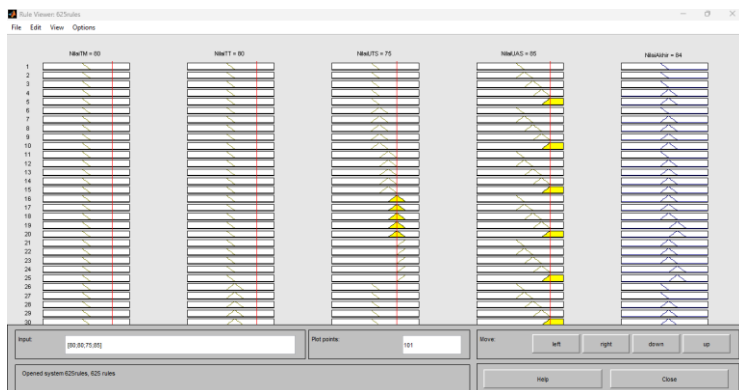
$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)}$$

$$Z = \frac{B(75) + A(85)}{B + A}$$

$$Z = \frac{0,5(75) + 0,5(85)}{0,5 + 0,5}$$

$$Z = \frac{37,5 + 42,5}{1} = 80.$$

Nilai akhir yang diperoleh yaitu 80 termasuk dalam nilai A.

**Gambar 4.9** Hasil Perhitungan Sampel 4 pada FIS Matlab

Sampel kelima diperoleh nilai tugas mandiri 75, nilai tugas terstruktur 80, nilai UTS 75, dan nilai UAS 70. Berdasarkan persamaan 2.8 maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

Pertama, bagian nilai tugas mandiri 75 diperoleh pada variabel linguistik tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.4.

$$\mu_{tinggi}[75] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{75 - 65}{75 - 65} = \frac{10}{10} = 1.$$

Kedua, bagian nilai tugas terstruktur 80 diperoleh diantara variabel linguistik tinggi (persamaan 4.9) dan sangat tinggi (persamaan 4.10).

$$\mu_{tinggi}[80] = \frac{85 - x}{85 - 75} = \frac{85 - 80}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}[80] = \frac{x - 75}{85 - 75} = \frac{80 - 75}{85 - 75} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Ketiga, bagian nilai UTS 75 diperoleh pada variabel linguistik tinggi. Maka diberlakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.14.

$$\mu_{tinggi}[75] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{75 - 65}{75 - 65} = \frac{10}{10} = 1.$$

Terakhir, bagian nilai UAS 70 diperoleh di antara variabel linguistik sedang (persamaan 4.18) dan tinggi (persamaan 4.19).

$$\mu_{sedang}[70] = \frac{75 - x}{75 - 65} = \frac{75 - 70}{75 - 65} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

$$\mu_{tinggi}[70] = \frac{x - 65}{75 - 65} = \frac{70 - 65}{75 - 65} = \frac{5}{10} = 0,5.$$

Berikutnya dibuat tabel untuk menentukan aturan fuzzy yang dicari.

Tabel 4.11 Aturan Fuzzy Sampel 5

Tugas Mandiri	Tugas Terstruktur	UTS	UAS
Tinggi	Tinggi Sangat tinggi	Tinggi	Sedang Tinggi

Setelah dihitung setiap nilai pada masing-masing variabel maka ditemukan 4 aturan dari 625 aturan yang berhubungan dengan setiap variabel linguistik yang dihitung. Aturan yang diperoleh sebagai berikut.

Aturan ke-468: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sedang *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-469: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-493: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai

ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester sedang *THEN* nilai akhir semester B.

Aturan ke-494: *IF* nilai tugas mandiri tinggi *AND* nilai tugas terstruktur sangat tinggi *AND* nilai ujian tengah semester tinggi *AND* nilai ujian akhir semester tinggi *THEN* nilai akhir semester B.

Setelah ditemukan 4 aturan, dilanjutkan proses konjungsi yaitu menghitung nilai minimum setiap aturan berdasarkan persamaan 2.12.

Aturan ke-468

$$\begin{aligned}\alpha(468) &= \mu_{\text{nilai } TM}^{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } TT}^{\text{tinggi}} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs}^{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } UAS}^{\text{sedang}} \\ \alpha(468) &= \min(1; 0,5; 1; 0,5) \\ \alpha(468) &= 0,5.\end{aligned}$$

Aturan ke-469

$$\begin{aligned}\alpha(469) &= \mu_{\text{nilai } TM}^{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } TT}^{\text{tinggi}} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs}^{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } UAS}^{\text{tinggi}} \\ \alpha(469) &= \min(1; 0,5; 1; 0,5) \\ \alpha(469) &= 0,5.\end{aligned}$$

Aturan ke-493

$$\begin{aligned}\alpha(493) &= \mu_{\text{nilai } TM}^{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } TT}^{\text{sangat tinggi}} \cap \\ &\quad \mu_{\text{nilai } UTs}^{\text{tinggi}} \cap \mu_{\text{nilai } UAS}^{\text{sedang}}\end{aligned}$$

$$\alpha(493) = \min(1; 0,5; 1; 0,5)$$

$$\alpha(493) = 0,5.$$

Aturan ke-494

$$\alpha(494) = \mu_{nilai TM}^{tinggi} \cap \text{ sangat tinggi} \cap$$

$$\mu_{nilai UTs}^{tinggi} \cap \mu_{nilai UAS}^{tinggi}$$

$$\alpha(494) = \min(1; 0,5; 1; 0,5)$$

$$\alpha(494) = 0,5.$$

Setelah dihitung nilai minimum setiap aturan, dilanjutkan dengan proses disjungsi pada setiap tingkatan berdasarkan persamaan 2.11.

$$nilai B = \max(\alpha(468) \cup \alpha(469) \cup \alpha(493) \cup \alpha(494))$$

$$nilai B = \max(0,5; 0,5; 0,5; 0,5)$$

$$nilai B = 0,5.$$

Selanjutnya dibuat tabel untuk memudahkan identifikasi nilai defuzzifikasi.

Tabel 4.12 Defuzzifikasi Sampel 5

	E	D	C	B	A
Nilai tengah	45	55	65	75	85
Nilai fuzzy	0	0	0	0,5	0

Nilai defuzzifikasi dihitung berdasarkan pada persamaan 2.13, maka diperoleh sebagai berikut:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)}$$

$$Z = \frac{B(75)}{B}$$

$$Z = \frac{0,5(75)}{0,5} = 75.$$

Nilai akhir yang diperoleh yaitu 75 termasuk dalam nilai B.



Gambar 4.10 Hasil Perhitungan Sampel 5 pada FIS Matlab
Hasil dari perhitungan 5 sampel ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.13 Nilai Akhir Semester 5 Sampel

Sampel	No.	Hasil Nilai Akhir Semester	
		Konvensional	Fuzzy Mamdani
1	20	76,25	75
2	24	80,5	80
3	32	73,75	75
4	43	80,75	80
5	46	74,25	75

Setelah dilakukan perhitungan terhadap 5 sampel tersebut, dilakukan perhitungan untuk seluruh data. Seluruh data dihitung menggunakan sistem *fuzzy* metode Mamdani

seperti langkah di atas, data tersebut ditampilkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Nilai Akhir Semester Seluruh Data

Nomor	Nilai Akhir Semester	
	Manual	Fuzzy Mamdani
1	76,75	80
2	81,5	80
3	77,15	80
4	76,75	80
5	80,75	80
6	74,75	80
7	74,25	75
8	77,95	80
9	76,35	77
10	76,35	77
11	76,45	78
12	76,45	78
13	77,15	80
14	78,75	80
15	78,75	80
16	78,45	80
17	75,75	75
18	77,95	80
19	77,55	80
20	76,25	75
21	76,25	75
22	80,15	81
23	77,25	80
24	80,5	80

Tabel 4.14 Lanjutan

Nomor	Nilai Akhir Semester	
	Manual	Fuzzy Mamdani
25	78,75	80
26	77,55	80
27	73,75	70
28	80,35	80
29	80,75	80
30	76,25	75
31	78,75	80
32	73,75	70
33	80,15	81
34	80,75	80
35	83,75	85
36	78,75	80
37	75,75	75
38	76,25	75
39	76,35	77
40	76,25	75
41	81,25	85
42	74,25	75
43	80,75	80
44	74,25	75
45	77,35	79
46	74,25	75

D. Perhitungan MAPE

Kemudian setelah diperoleh nilai akhir semester dari kelima sampel, dilakukan perhitungan nilai MAPE dari lima sampel

yang terpilih. Perhitungan nilai MAPE didasari oleh persamaan 2.18.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[\frac{(X_t - F_t)}{X_t} \right] \times 100$$

dimana:

$$n = 5$$

$$X_t = \{80,75; 74,25; 73,75; 80,5; 76,25\}$$

$$F_t = \{80,75, 70, 80,75\}.$$

Untuk memudahkan perhitungan maka akan dibuat Tabel 4.15 sebagai berikut.

Tabel 4.15 Perhitungan Nilai MAPE

Sampel	X_t	F_t	$ X_t - F_t $	$\left \frac{X_t - F_t}{X_t} \right $
1	76,25	75	1,25	0,016
2	80,5	80	0,5	0,006
3	73,75	70	3,75	0,051
4	80,75	80	0,75	0,009
5	74,25	75	0,75	0,01
Total			7	0,092

Berdasarkan Tabel 4.15 diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{1}{5} \sum_{t=1}^5 \left[\frac{(X_t - F_t)}{X_t} \right] \times 100$$

$$MAPE = \frac{1}{5} \times 0,092 \times 100$$

$$MAPE = 1,84\%.$$

Nilai MAPE dari 5 sampel diperoleh sebesar 1,84%

sedangkan perhitungan di program MATLAB diperoleh sebesar 1,857%. Nilai MAPE sebesar 1,84% menandakan bahwa nilai akhir semester yang dihitung menggunakan perhitungan konvensional dengan sistem *fuzzy* metode Mamdani sangat akurat sesuai dengan Tabel 2.6.

Perhitungan untuk seluruh data dilakukan sesuai dengan langkah-langkah sebelumnya, yaitu menggunakan sistem *fuzzy* metode Mamdani dengan defuzzifikasi Centroid. Data ditampilkan pada tabel perhitungan nilai MAPE di Lampiran 3. Nilai MAPE dihitung berdasarkan persamaan 2.18 sesuai dengan data dari tabel perhitungan nilai MAPE di Lampiran 3.

$$MAPE = \frac{1}{46} \sum_{t=1}^{46} \left[\frac{(X_t - F_t)}{X_t} \right] \times 100$$

$$MAPE = \frac{1}{46} \times 0,954 \times 100$$

$$MAPE = 2,07391304 = 2,074\%.$$

Setelah 46 data dihitung menggunakan cara manual serta *fuzzy* Mamdani, diperoleh nilai MAPE sebesar 2,074%. Nilai MAPE 2,074% terbilang masih rendah, sesuai pada Tabel 2.6 diperoleh prakiraan yang sangat akurat artinya perhitungan nilai akhir semester berdasarkan sistem *fuzzy* metode Mamdani menghasilkan nilai yang akurat.

Sistem *fuzzy* metode Mamdani dapat digunakan untuk mengurangi kesalahan perhitungan dalam proses

penentuan nilai akhir semester mahasiswa UIN Walisongo Semarang sesuai dengan hasil dari penelitian Ginting dkk (Ginting, Sinuhaji, Dewi, & Ginting, 2021). Implementasi sistem *fuzzy* Mamdani dalam menentukan nilai akhir semester tidak terdapat hasil yang berbeda diantara perhitungan manual dan program, artinya layak untuk digunakan sesuai dengan hasil penelitian "*Grading System Recommendations for Students using Fuzzy Mamdani Logic*" oleh Khomeiny dkk (Khomeiny, Kusuma, Handayani, Wibawa, & Irianti, 2020). Perhitungan nilai akhir semester mahasiswa menggunakan sistem *fuzzy* metode Mamdani dapat diterapkan secara baik.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah setiap variabel *input* (nilai tugas terstruktur, nilai tugas mandiri, nilai UTS, dan nilai UAS) maupun *output* (nilai akhir semester) memiliki 5 kondisi, sehingga dihasilkan 625 aturan *fuzzy*. Nilai akhir semester yang dihitung menggunakan sistem *fuzzy* metode Mamdani serta defuzzifikasi metode Centroid menghasilkan nilai yang reliabel. Nilai MAPE yang diperoleh dari 46 data diperoleh 2,074% artinya data nilai akhir semester mendapatkan hasil yang akurat. Sistem *fuzzy* metode Mamdani bisa diterapkan untuk menghitung nilai akhir semester mahasiswa UIN Walisongo Semarang.

B. Saran

Penelitian yang dilakukan penulis pastinya terdapat beberapa kekurangan. Beberapa hal yang telah dipahami penulis agar penelitian ini bisa dikembangkan yaitu:

1. Metode *fuzzy* yang digunakan pada penelitian ini berfokus pada *fuzzy* metode Mamdani, sehingga bisa digunakan metode yang lain untuk penelitian lebih lanjut.

2. Defuzzifikasi yang digunakan difokuskan dengan metode Centroid, maka sebaiknya bisa dicoba untuk metode Defuzzifikasi lainnya.
3. *Coding fuzzy* metode Mamdani yang telah dikembangkan masih bisa dibuat agar lebih efisien di penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afidah, & Khoirunnisa. (2016). *Matematika Dasar* (1 ed.). Jakarta: Rajawali Pers.
- Andani, S. R. (2022). Fuzzy Mamdani Dalam Menentukan Tingkat Keberhasilan Dosen Mengajar. *2022 15th Seminar Nasional Matematika*. Yogyakarta: Jurnal UPNYK.
- Clapham, C., & Nicholson, J. (2009). *The Concise Oxford Dictionary of Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Erich, E., Rahman, A., & Destiarini, D. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Kemampuan Akademik Mahasiswa Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *INTECH (Informatika dan Teknologi)*, 14-19.
- Ginting, R. R., Sinuhaji, N., Dewi, S. I., & Ginting, M. B. (2021). Aplikasi Logika Fuzzy untuk Penentuan Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Pada ITB Indonesia. *MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem)*, 71-79.
- Hakim, G. P., Septiyana, D., Firdausi, A., Mariati, F. R., & Budiyanto, S. (2021). *Sistem Fuzzy Panduan Lengkap Aplikatif*. Yogyakarta: ANDI.
- Khomeiny, A. T., Kusuma, T. R., Handayani, A. N., Wibawa, A. P., & Irianti, A. H. (2020). Grading System for Students using Fuzzy Mamdani Logic. *ICOVET (International Conference on Vocational Education and Training)*, 1-6.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy : untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R. (2006). *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lewis, C. D. (1982). *Industrial and Business Forecasting Methods*. London: Butterworth Scientific.
- Muis, S. (2018). *Teori Fuzzy Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: Teknosain.

- Naba, A., & Suyantoro, S. (2009). *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: ANDI.
- Quran Kemenag. (n.d.). Retrieved from <https://quran.kemenag.go.id/>
- Santoso, B., Azis, A. I., & Zohrahayaty. (2020). *Machine Learning & Reasoning Fuzzy Logic: Algoritma, Manual, Matlab, & Rapid Miner*. Sleman: Deepublish.
- Setiadji. (2009). *Himpunan & Logika Samar Serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). *Logika Fuzzy dengan Matlab (Contoh Kasus Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto)*. Jayapangus Press.
- Siyoto, S., & Sodik, A. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing.
- Susanto, C. (2020). Sistem Pakar Mengukur Intelegensi Siswa Menggunakan Metode Fuzzy Logic Pada Siswa SMP Negeri 5 Makassar. *Jurnal Informatika Progres*, 43-48.
- Susilo, F. (2018). *Himpunan & Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Swamidass, P. M. (2000). *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*. Springer Science & Business Media.
- Tafsir Web. (n.d.). Retrieved Mei 12, 2023, from <https://tafsirweb.com/5747-surat-al-hajj-ayat-11.html>
- Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. (2020). *Pedoman Akademik*. Semarang.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Nilai Mata Kuliah Matematika Komputasi

2021

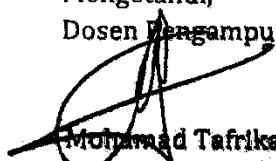
No	NIM	Nilai				Nilai Akhir Semester
		Tugas Mandiri	Tugas Terstruktur	UTS	UAS	
1	1708046009	80	80	75	75	76,75
2	1908046014	80	80	78	85	81,5
3	1908046015	80	80	75	76	77,15
4	1908046017	80	80	75	75	76,75
5	1908046023	80	80	75	85	80,75
6	1908046026	80	80	75	70	74,75
7	1908046002	75	80	75	70	74,25
8	1908046003	80	80	75	78	77,95
9	1908046004	76	80	75	75	76,35
10	1908046005	76	80	75	75	76,35
11	1908046007	77	80	75	75	76,45
12	1908046008	77	80	75	75	76,45
13	1908046009	80	80	75	76	77,15
14	1908046010	80	80	75	80	78,75
15	1908046011	80	80	75	80	78,75
16	1908046012	85	80	75	78	78,45
17	1908046013	70	80	75	75	75,75
18	1908046018	80	80	75	78	77,95
19	1908046019	80	80	75	77	77,55
20	1908046021	75	80	75	75	76,25
21	1908046022	75	80	75	75	76,25
22	1908046024	90	80	75	81	80,15
23	1908046027	85	80	75	75	77,25

24	1908046028	85	80	80	80	80,5
25	1908046029	80	80	75	80	78,75
26	1908046030	80	80	75	77	77,55
27	1908046032	70	80	75	70	73,75
28	1908046033	80	80	75	84	80,35
29	1908046034	80	80	75	85	80,75
30	1908046035	75	80	75	75	76,25
31	1908046036	80	80	75	80	78,75
32	1908046037	70	80	75	70	73,75
33	1908046038	90	80	75	81	80,15
34	1908046040	80	80	75	85	80,75
35	1908046041	90	80	75	90	83,75
36	1908046043	80	80	75	80	78,75
37	1908046044	70	80	75	75	75,75
38	1908046045	75	80	75	75	76,25
39	1908046046	76	80	75	75	76,35
40	1908046047	75	80	75	75	76,25
41	1908046048	85	80	75	85	81,25
42	1908046049	75	80	75	70	74,25
43	1908046051	80	80	75	85	80,75
44	1908046052	75	80	75	70	74,25
45	1908046054	78	80	75	77	77,35
46	1908046055	75	80	75	70	74,25

Semarang, 28 Desember 2023

Mengetahui,

Dosen Pengampu



Mohammad Tafrikan, M.Si.

NIP. 1908904172019031010

Lampiran 2 Aturan Fuzzy Sejumlah 625

Aturan	Nilai Tugas Mandiri	Nilai Tugas terstruktur	Nilai UTS	Nilai UAS	Nilai akhir
1	SR	SR	SR	SR	E
2	SR	SR	SR	R	E
3	SR	SR	SR	S	E
4	SR	SR	SR	T	D
5	SR	SR	SR	ST	D
6	SR	SR	R	SR	E
7	SR	SR	R	R	D
8	SR	SR	R	S	D
9	SR	SR	R	T	D
10	SR	SR	R	ST	D
11	SR	SR	S	SR	E
12	SR	SR	S	R	D
13	SR	SR	S	S	D
14	SR	SR	S	T	D
15	SR	SR	S	ST	D
16	SR	SR	T	SR	D
17	SR	SR	T	R	D
18	SR	SR	T	S	D
19	SR	SR	T	T	C
20	SR	SR	T	ST	C
21	SR	SR	ST	SR	D
22	SR	SR	ST	R	D
23	SR	SR	ST	S	D
24	SR	SR	ST	T	C
25	SR	SR	ST	ST	C
26	SR	R	SR	SR	E

27	SR	R	SR	R	E
28	SR	R	SR	S	D
29	SR	R	SR	T	D
30	SR	R	SR	ST	D
31	SR	R	R	SR	E
32	SR	R	R	R	D
33	SR	R	R	S	D
34	SR	R	R	T	D
35	SR	R	R	ST	D
36	SR	R	S	SR	D
37	SR	R	S	R	D
38	SR	R	S	S	D
39	SR	R	S	T	D
40	SR	R	S	ST	C
41	SR	R	T	SR	D
42	SR	R	T	R	D
43	SR	R	T	S	D
44	SR	R	T	T	C
45	SR	R	T	ST	C
46	SR	R	ST	SR	D
47	SR	R	ST	R	D
48	SR	R	ST	S	C
49	SR	R	ST	T	C
50	SR	R	ST	ST	C
51	SR	S	SR	SR	E
52	SR	S	SR	R	D
53	SR	S	SR	S	D
54	SR	S	SR	T	D
55	SR	S	SR	ST	D
56	SR	S	R	SR	D

57	SR	S	R	R	D
58	SR	S	R	S	D
59	SR	S	R	T	D
60	SR	S	R	ST	C
61	SR	S	S	SR	D
62	SR	S	S	R	D
63	SR	S	S	S	D
64	SR	S	S	T	C
65	SR	S	S	ST	C
66	SR	S	T	SR	D
67	SR	S	T	R	D
68	SR	S	T	S	C
69	SR	S	T	T	C
70	SR	S	T	ST	C
71	SR	S	ST	SR	D
72	SR	S	ST	R	C
73	SR	S	ST	S	C
74	SR	S	ST	T	C
75	SR	S	ST	ST	C
76	SR	T	SR	SR	D
77	SR	T	SR	R	D
78	SR	T	SR	S	D
79	SR	T	SR	T	D
80	SR	T	SR	ST	C
81	SR	T	R	SR	D
82	SR	T	R	R	D
83	SR	T	R	S	D
84	SR	T	R	T	C
85	SR	T	R	ST	C
86	SR	T	S	SR	D

87	SR	T	S	R	D
88	SR	T	S	S	C
89	SR	T	S	T	C
90	SR	T	S	ST	C
91	SR	T	T	SR	D
92	SR	T	T	R	C
93	SR	T	T	S	C
94	SR	T	T	T	C
95	SR	T	T	ST	C
96	SR	T	ST	SR	C
97	SR	T	ST	R	C
98	SR	T	ST	S	C
99	SR	T	ST	T	C
100	SR	T	ST	ST	B
101	SR	ST	SR	SR	D
102	SR	ST	SR	R	D
103	SR	ST	SR	S	D
104	SR	ST	SR	T	C
105	SR	ST	SR	ST	C
106	SR	ST	R	SR	D
107	SR	ST	R	R	D
108	SR	ST	R	S	C
109	SR	ST	R	T	C
110	SR	ST	R	ST	C
111	SR	ST	S	SR	D
112	SR	ST	S	R	C
113	SR	ST	S	S	C
114	SR	ST	S	T	C
115	SR	ST	S	ST	C
116	SR	ST	T	SR	C

117	SR	ST	T	R	C
118	SR	ST	T	S	C
119	SR	ST	T	T	C
120	SR	ST	T	ST	B
121	SR	ST	ST	SR	C
122	SR	ST	ST	R	C
123	SR	ST	ST	S	C
124	SR	ST	ST	T	B
125	SR	ST	ST	ST	B
126	R	SR	SR	SR	E
127	R	SR	SR	R	D
128	R	SR	SR	S	D
129	R	SR	SR	T	D
130	R	SR	SR	ST	D
131	R	SR	R	SR	D
132	R	SR	R	R	D
133	R	SR	R	S	D
134	R	SR	R	T	D
135	R	SR	R	ST	C
136	R	SR	S	SR	D
137	R	SR	S	R	D
138	R	SR	S	S	D
139	R	SR	S	T	C
140	R	SR	S	ST	C
141	R	SR	T	SR	D
142	R	SR	T	R	D
143	R	SR	T	S	C
144	R	SR	T	T	C
145	R	SR	T	ST	C
146	R	SR	ST	SR	D

147	R	SR	ST	R	C
148	R	SR	ST	S	C
149	R	SR	ST	T	C
150	R	SR	ST	ST	C
151	R	R	SR	SR	D
152	R	R	SR	R	D
153	R	R	SR	S	D
154	R	R	SR	T	D
155	R	R	SR	ST	D
156	R	R	R	SR	D
157	R	R	R	R	D
158	R	R	R	S	D
159	R	R	R	T	C
160	R	R	R	ST	C
161	R	R	S	SR	D
162	R	R	S	R	D
163	R	R	S	S	D
164	R	R	S	T	C
165	R	R	S	ST	C
166	R	R	T	SR	D
167	R	R	T	R	C
168	R	R	T	S	C
169	R	R	T	T	C
170	R	R	T	ST	C
171	R	R	ST	SR	D
172	R	R	ST	R	C
173	R	R	ST	S	C
174	R	R	ST	T	C
175	R	R	ST	ST	C
176	R	S	SR	SR	D

177	R	S	SR	R	D
178	R	S	SR	S	D
179	R	S	SR	T	D
180	R	S	SR	ST	C
181	R	S	R	SR	D
182	R	S	R	R	D
183	R	S	R	S	D
184	R	S	R	T	C
185	R	S	R	ST	C
186	R	S	S	SR	D
187	R	S	S	R	D
188	R	S	S	S	C
189	R	S	S	T	C
190	R	S	S	ST	C
191	R	S	T	SR	E
192	R	S	T	R	C
193	R	S	T	S	C
194	R	S	T	T	C
195	R	S	T	ST	C
196	R	S	ST	SR	C
197	R	S	ST	R	C
198	R	S	ST	S	C
199	R	S	ST	T	C
200	R	S	ST	ST	B
201	R	T	SR	SR	D
202	R	T	SR	R	D
203	R	T	SR	S	D
204	R	T	SR	T	C
205	R	T	SR	ST	C
206	R	T	R	SR	D

207	R	T	R	R	D
208	R	T	R	S	C
209	R	T	R	T	C
210	R	T	R	ST	C
211	R	T	S	SR	D
212	R	T	S	R	C
213	R	T	S	S	C
214	R	T	S	T	C
215	R	T	S	ST	C
216	R	T	T	SR	C
217	R	T	T	R	C
218	R	T	T	S	C
219	R	T	T	T	C
220	R	T	T	ST	B
221	R	T	ST	SR	C
222	R	T	ST	R	C
223	R	T	ST	S	C
224	R	T	ST	T	B
225	R	T	ST	ST	B
226	R	ST	SR	SR	D
227	R	ST	SR	R	D
228	R	ST	SR	S	C
229	R	ST	SR	T	C
230	R	ST	SR	ST	C
231	R	ST	R	SR	D
232	R	ST	R	R	C
233	R	ST	R	S	C
234	R	ST	R	T	C
235	R	ST	R	ST	C
236	R	ST	S	SR	C

237	R	ST	S	R	C
238	R	ST	S	S	C
239	R	ST	S	T	C
240	R	ST	S	ST	B
241	R	ST	T	SR	C
242	R	ST	T	R	C
243	R	ST	T	S	C
244	R	ST	T	T	B
245	R	ST	T	ST	B
246	R	ST	ST	SR	C
247	R	ST	ST	R	C
248	R	ST	ST	S	B
249	R	ST	ST	T	B
250	R	ST	ST	ST	B
251	S	SR	SR	SR	D
252	S	SR	SR	R	D
253	S	SR	SR	S	D
254	S	SR	SR	T	D
255	S	SR	SR	ST	C
256	S	SR	R	SR	D
257	S	SR	R	R	D
258	S	SR	R	S	D
259	S	SR	R	T	C
260	S	SR	R	ST	C
261	S	SR	S	SR	D
262	S	SR	S	R	D
263	S	SR	S	S	C
264	S	SR	S	T	C
265	S	SR	S	ST	C
266	S	SR	T	SR	D

267	S	SR	T	R	C
268	S	SR	T	S	C
269	S	SR	T	T	C
270	S	SR	T	ST	C
271	S	SR	ST	SR	C
272	S	SR	ST	R	C
273	S	SR	ST	S	C
274	S	SR	ST	T	C
275	S	SR	ST	ST	B
276	S	R	SR	SR	D
277	S	R	SR	R	D
278	S	R	SR	S	D
279	S	R	SR	T	C
280	S	R	SR	ST	C
281	S	R	R	SR	D
282	S	R	R	R	D
283	S	R	R	S	C
284	S	R	R	T	C
285	S	R	R	ST	C
286	S	R	S	SR	D
287	S	R	S	R	C
288	S	R	S	S	C
289	S	R	S	T	C
290	S	R	S	ST	C
291	S	R	T	SR	C
292	S	R	T	R	C
293	S	R	T	S	C
294	S	R	T	T	C
295	S	R	T	ST	B
296	S	R	ST	SR	C

297	S	R	ST	R	C
298	S	R	ST	S	C
299	S	R	ST	T	B
300	S	R	ST	ST	B
301	S	S	SR	SR	D
302	S	S	SR	R	D
303	S	S	SR	S	D
304	S	S	SR	T	C
305	S	S	SR	ST	C
306	S	S	R	SR	D
307	S	S	R	R	C
308	S	S	R	S	C
309	S	S	R	T	C
310	S	S	R	ST	C
311	S	S	S	SR	D
312	S	S	S	R	C
313	S	S	S	S	C
314	S	S	S	T	C
315	S	S	S	ST	C
316	S	S	T	SR	C
317	S	S	T	R	C
318	S	S	T	S	C
319	S	S	T	T	B
320	S	S	T	ST	B
321	S	S	ST	SR	C
322	S	S	ST	R	C
323	S	S	ST	S	C
324	S	S	ST	T	B
325	S	S	ST	ST	B
326	S	T	SR	SR	D

327	S	T	SR	R	D
328	S	T	SR	S	C
329	S	T	SR	T	C
330	S	T	SR	ST	C
331	S	T	R	SR	D
332	S	T	R	R	C
333	S	T	R	S	C
334	S	T	R	T	C
335	S	T	R	ST	C
336	S	T	S	SR	C
337	S	T	S	R	C
338	S	T	S	S	C
339	S	T	S	T	C
340	S	T	S	ST	B
341	S	T	T	SR	C
342	S	T	T	R	C
343	S	T	T	S	C
344	S	T	T	T	B
345	S	T	T	ST	B
346	S	T	ST	SR	C
347	S	T	ST	R	C
348	S	T	ST	S	B
349	S	T	ST	T	B
350	S	T	ST	ST	B
351	S	ST	SR	SR	D
352	S	ST	SR	R	C
353	S	ST	SR	S	C
354	S	ST	SR	T	C
355	S	ST	SR	ST	C
356	S	ST	R	SR	C

357	S	ST	R	R	C
358	S	ST	R	S	C
359	S	ST	R	T	C
360	S	ST	R	ST	B
361	S	ST	S	SR	C
362	S	ST	S	R	C
363	S	ST	S	S	C
364	S	ST	S	T	B
365	S	ST	S	ST	B
366	S	ST	T	SR	C
367	S	ST	T	R	C
368	S	ST	T	S	B
369	S	ST	T	T	B
370	S	ST	T	ST	B
371	S	ST	ST	SR	C
372	S	ST	ST	R	B
373	S	ST	ST	S	B
374	S	ST	ST	T	B
375	S	ST	ST	ST	B
376	T	SR	SR	SR	D
377	T	SR	SR	R	D
378	T	SR	SR	S	D
379	T	SR	SR	T	C
380	T	SR	SR	ST	C
381	T	SR	R	SR	D
382	T	SR	R	R	D
383	T	SR	R	S	C
384	T	SR	R	T	C
385	T	SR	R	ST	C
386	T	SR	S	SR	D

387	T	SR	S	R	C
388	T	SR	S	S	C
389	T	SR	S	T	C
390	T	SR	S	ST	C
391	T	SR	T	SR	C
392	T	SR	T	R	C
393	T	SR	T	S	C
394	T	SR	T	T	C
395	T	SR	T	ST	B
396	T	SR	ST	SR	C
397	T	SR	ST	R	C
398	T	SR	ST	S	C
399	T	SR	ST	T	B
400	T	SR	ST	ST	B
401	T	R	SR	SR	D
402	T	R	SR	R	D
403	T	R	SR	S	C
404	T	R	SR	T	C
405	T	R	SR	ST	C
406	T	R	R	SR	D
407	T	R	R	R	C
408	T	R	R	S	C
409	T	R	R	T	C
410	T	R	R	ST	C
411	T	R	S	SR	C
412	T	R	S	R	C
413	T	R	S	S	C
414	T	R	S	T	C
415	T	R	S	ST	B
416	T	R	T	SR	C

417	T	R	T	R	C
418	T	R	T	S	C
419	T	R	T	T	B
420	T	R	T	ST	B
421	T	R	ST	SR	C
422	T	R	ST	R	C
423	T	R	ST	S	B
424	T	R	ST	T	B
425	T	R	ST	ST	B
426	T	S	SR	SR	D
427	T	S	SR	R	C
428	T	S	SR	S	C
429	T	S	SR	T	C
430	T	S	SR	ST	C
431	T	S	R	SR	C
432	T	S	R	R	C
433	T	S	R	S	C
434	T	S	R	T	C
435	T	S	R	ST	B
436	T	S	S	SR	C
437	T	S	S	R	C
438	T	S	S	S	C
439	T	S	S	T	B
440	T	S	S	ST	B
441	T	S	T	SR	C
442	T	S	T	R	C
443	T	S	T	S	B
444	T	S	T	T	B
445	T	S	T	ST	B
446	T	S	ST	SR	C

447	T	S	ST	R	B
448	T	S	ST	S	B
449	T	S	ST	T	B
450	T	S	ST	ST	B
451	T	T	SR	SR	D
452	T	T	SR	R	C
453	T	T	SR	S	C
454	T	T	SR	T	C
455	T	T	SR	ST	C
456	T	T	R	SR	C
457	T	T	R	R	C
458	T	T	R	S	C
459	T	T	R	T	B
460	T	T	R	ST	B
461	T	T	S	SR	C
462	T	T	S	R	C
463	T	T	S	S	C
464	T	T	S	T	B
465	T	T	S	ST	B
466	T	T	T	SR	C
467	T	T	T	R	B
468	T	T	T	S	B
469	T	T	T	T	B
470	T	T	T	ST	B
471	T	T	ST	SR	C
472	T	T	ST	R	B
473	T	T	ST	S	B
474	T	T	ST	T	B
475	T	T	ST	ST	B
476	T	ST	SR	SR	C

477	T	ST	SR	R	C
478	T	ST	SR	S	C
479	T	ST	SR	T	C
480	T	ST	SR	ST	B
481	T	ST	R	SR	C
482	T	ST	R	R	C
483	T	ST	R	S	C
484	T	ST	R	T	B
485	T	ST	R	ST	B
486	T	ST	S	SR	C
487	T	ST	S	R	C
488	T	ST	S	S	B
489	T	ST	S	T	B
490	T	ST	S	ST	B
491	T	ST	T	SR	C
492	T	ST	T	R	B
493	T	ST	T	S	B
494	T	ST	T	T	B
495	T	ST	T	ST	B
496	T	ST	ST	SR	B
497	T	ST	ST	R	B
498	T	ST	ST	S	B
499	T	ST	ST	T	B
500	T	ST	ST	ST	A
501	ST	SR	SR	SR	D
502	ST	SR	SR	R	D
503	ST	SR	SR	S	C
504	ST	SR	SR	T	C
505	ST	SR	SR	ST	C
506	ST	SR	R	SR	D

507	ST	SR	R	R	C
508	ST	SR	R	S	C
509	ST	SR	R	T	C
510	ST	SR	R	ST	C
511	ST	SR	S	SR	C
512	ST	SR	S	R	C
513	ST	SR	S	S	C
514	ST	SR	S	T	C
515	ST	SR	S	ST	B
516	ST	SR	T	SR	C
517	ST	SR	T	R	C
518	ST	SR	T	S	C
519	ST	SR	T	T	B
520	ST	SR	T	ST	B
521	ST	SR	ST	SR	C
522	ST	SR	ST	R	C
523	ST	SR	ST	S	B
524	ST	SR	ST	T	B
525	ST	SR	ST	ST	B
526	ST	R	SR	SR	D
527	ST	R	SR	R	C
528	ST	R	SR	S	C
529	ST	R	SR	T	C
530	ST	R	SR	ST	C
531	ST	R	R	SR	C
532	ST	R	R	R	C
533	ST	R	R	S	C
534	ST	R	R	T	C
535	ST	R	R	ST	B
536	ST	R	S	SR	C

537	ST	R	S	R	C
538	ST	R	S	S	C
539	ST	R	S	T	B
540	ST	R	S	ST	B
541	ST	R	T	SR	C
542	ST	R	T	R	C
543	ST	R	T	S	B
544	ST	R	T	T	B
545	ST	R	T	ST	B
546	ST	R	ST	SR	C
547	ST	R	ST	R	B
548	ST	R	ST	S	B
549	ST	R	ST	T	B
550	ST	R	ST	ST	B
551	ST	S	SR	SR	C
552	ST	S	SR	R	C
553	ST	S	SR	S	C
554	ST	S	SR	T	C
555	ST	S	SR	ST	B
556	ST	S	R	SR	C
557	ST	S	R	R	C
558	ST	S	R	S	C
559	ST	S	R	T	B
560	ST	S	R	ST	B
561	ST	S	S	SR	C
562	ST	S	S	R	C
563	ST	S	S	S	B
564	ST	S	S	T	B
565	ST	S	S	ST	B
566	ST	S	T	SR	C

567	ST	S	T	R	B
568	ST	S	T	S	B
569	ST	S	T	T	B
570	ST	S	T	ST	B
571	ST	S	ST	SR	B
572	ST	S	ST	R	B
573	ST	S	ST	S	B
574	ST	S	ST	T	B
575	ST	S	ST	ST	A
576	ST	T	SR	SR	C
577	ST	T	SR	R	C
578	ST	T	SR	S	C
579	ST	T	SR	T	B
580	ST	T	SR	ST	B
581	ST	T	R	SR	C
582	ST	T	R	R	C
583	ST	T	R	S	B
584	ST	T	R	T	B
585	ST	T	R	ST	B
586	ST	T	S	SR	C
587	ST	T	S	R	B
588	ST	T	S	S	B
589	ST	T	S	T	B
590	ST	T	S	ST	B
591	ST	T	T	SR	B
592	ST	T	T	R	B
593	ST	T	T	S	B
594	ST	T	T	T	B
595	ST	T	T	ST	A
596	ST	T	ST	SR	B

597	ST	T	ST	R	B
598	ST	T	ST	S	B
599	ST	T	ST	T	A
600	ST	T	ST	ST	A
601	ST	ST	SR	SR	C
602	ST	ST	SR	R	C
603	ST	ST	SR	S	C
604	ST	ST	SR	T	B
605	ST	ST	SR	ST	B
606	ST	ST	R	SR	C
607	ST	ST	R	R	B
608	ST	ST	R	S	B
609	ST	ST	R	T	B
610	ST	ST	R	ST	B
611	ST	ST	S	SR	C
612	ST	ST	S	R	B
613	ST	ST	S	S	B
614	ST	ST	S	T	B
615	ST	ST	S	ST	B
616	ST	ST	T	SR	B
617	ST	ST	T	R	B
618	ST	ST	T	S	B
619	ST	ST	T	T	A
620	ST	ST	T	ST	A
621	ST	ST	ST	SR	B
622	ST	ST	ST	R	B
623	ST	ST	ST	S	B
624	ST	ST	ST	T	A
625	ST	ST	ST	ST	A

Keterangan:

SR = sangat rendah

R = rendah

S = sedang

T = tinggi

ST = sangat tinggi

Lampiran 3 Tabel Perhitungan Nilai MAPE

No.	Nilai Akhir Semester		$ X_t - F_t $	$\left \frac{X_t - F_t}{X_t} \right $
	Konvensional (X_t)	Fuzzy Mamdani (F_t)		
1	76,75	80	3,25	0,042
2	81,5	80	1,5	0,018
3	77,15	80	2,85	0,037
4	76,75	80	3,25	0,042
5	80,75	80	0,75	0,009
6	74,75	80	5,25	0,07
7	74,25	75	0,75	0,01
8	77,95	80	2,05	0,026
9	76,35	77	0,65	0,008
10	76,35	77	0,65	0,008
11	76,45	78	1,55	0,02
12	76,45	78	1,55	0,02
13	77,15	80	2,85	0,037
14	78,75	80	1,25	0,016
15	78,75	80	1,25	0,016
16	78,45	80	1,55	0,02
17	75,75	75	0,75	0,01
18	77,95	80	2,05	0,026
19	77,55	80	2,45	0,032
20	76,25	75	1,25	0,016
21	76,25	75	1,25	0,016
22	80,15	81	0,85	0,011
23	77,25	80	2,75	0,036
24	80,5	80	0,5	0,006
25	78,75	80	1,25	0,016

26	77,55	80	2,45	0,032
27	73,75	70	3,75	0,051
28	80,35	80	0,35	0,004
29	80,75	80	0,75	0,009
30	76,25	75	1,25	0,016
31	78,75	80	1,25	0,016
32	73,75	70	3,75	0,051
33	80,15	81	0,85	0,011
34	80,75	80	0,75	0,009
35	83,75	85	1,25	0,015
36	78,75	80	1,25	0,016
37	75,75	75	0,75	0,01
38	76,25	75	1,25	0,016
39	76,35	77	0,65	0,008
40	76,25	75	1,25	0,016
41	81,25	85	3,75	0,046
42	74,25	75	0,75	0,01
43	80,75	80	0,75	0,009
44	74,25	75	0,75	0,01
45	77,35	79	1,65	0,021
46	74,25	75	0,75	0,01
Total			74	0,954

Lampiran 4 Tampilan Program Menghitung Nilai Akhir Semester pada GUI Matlab



Program menghitung nilai akhir semester dibuat dengan 4 nilai *input* sesuai dengan nilai di mata kuliah Matematika Komputasi. Nilai output atau nilai akhir semester ditampilkan dalam interval 1-100 diikuti dengan kategori nilainya.



Lampiran 5 Script Perhitungan Nilai Akhir Semester

Menggunakan Fuzzy Mamdani

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
a=str2num(get(handles.edit1,'String'));
b=str2num(get(handles.edit2,'String'));
c=str2num(get(handles.edit3,'String'));
d=str2num(get(handles.edit4,'String'));
%main program skipsi
%dibuat oleh Arif Rezky
%variabel keanggotaan nilai tugas mandiri
disp('-----');
disp('Derajat keanggotaan nilai tugas mandiri');
disp('-----');
%himpunan fuzzy sangat rendah
if a >= 1 && a <= 45
    SR_a = 1;
elseif a >= 45 && a <= 55
    SR_a = (55 - a)/(55 - 45);
else
    SR_a = 0;
end
```

```

fprintf('Sangat rendah = %.3f \n', SR_a);
%himpunan fuzzy rendah
if a >= 45 && a <= 55
    R_a = (a - 45)/(55 - 45);
elseif a >= 55 && a <= 65
    R_a = (65 - a)/(65 - 55);
else
    R_a = 0;
end
fprintf('Rendah = %.3f \n', R_a);
%himpunan fuzzy sedang
if a >= 55 && a <= 65
    S_a = (a - 55)/(65 - 55);
elseif a >= 65 && a <= 75
    S_a = (75 - a)/(75 - 65);
else
    S_a = 0;
end
fprintf('Sedang = %.3f \n', S_a);
%himpunan fuzzy tinggi
if a >= 65 && a <= 75
    T_a = (a - 65)/(75 - 65);
elseif a >= 75 && a <= 85
    T_a = (85 - a)/(85 - 75);
else
    T_a = 0;
end
fprintf('Tinggi = %.3f \n', T_a);
%himpunan fuzzy sangat tinggi
if a >= 85 && a <= 100
    ST_a = 1;
elseif a >= 75 && a <= 85
    ST_a = (a - 75)/(85 - 75);
else
    ST_a = 0;
end
fprintf('Sangat tinggi = %.3f \n', ST_a);
disp(' ');
%variabel keanggotaan nilai tugas terstruktur
disp('-----');
disp('Derajat keanggotaan nilai tugas terstruktur');
disp('-----');
%himpunan fuzzy sangat rendah
if b >= 1 && b <= 45
    SR_b = 1;
elseif b >= 45 && b <= 55

```

```

        SR_b = (55 - b)/(55 - 45);
else
    SR_b = 0;
end
fprintf('Sangat rendah = %.3f \n', SR_b);
%himpunan fuzzy rendah
if b >= 45 && b <= 55
    R_b = (b - 45)/(55 - 45);
elseif b >= 55 && b <= 65
    R_b = (65 - b)/(65 - 55);
else
    R_b = 0;
end
fprintf('Rendah          = %.3f \n', R_b);
%himpunan fuzzy sedang
if b >= 55 && b <= 65
    S_b = (b - 55)/(65 - 55);
elseif b >= 65 && b <= 75
    S_b = (75 - b)/(75 - 65);
else
    S_b = 0;
end
fprintf('Sedang          = %.3f \n', S_b);
%himpunan fuzzy tinggi
if b >= 65 && b <= 75
    T_b = (b - 65)/(75 - 65);
elseif b >= 75 && b <= 85
    T_b = (85 - b)/(85 - 75);
else
    T_b = 0;
end
fprintf('Tinggi          = %.3f \n', T_b);
%himpunan fuzzy sangat tinggi
if b >= 85 && b <= 100
    ST_b = 1;
elseif b >= 75 && b <= 85
    ST_b = (b - 75)/(85 - 75);
else
    ST_b = 0;
end
fprintf('Sangat tinggi = %.3f \n', ST_b);
disp(' ');
%variabel keanggotaan nilai UTS
disp('-----');
disp('Derajat keanggotaan nilai UTS');
disp('-----');

```

```

%himpunan fuzzy sangat rendah
if c >= 1 && c <= 45
    SR_c = 1;
elseif c >= 45 && c <= 55
    SR_c = (55 - c)/(55 - 45);
else
    SR_c = 0;
end
fprintf('Sangat rendah = %.3f \n', SR_c);
%himpunan fuzzy rendah
if c >= 45 && c <= 55
    R_c = (c - 45)/(55 - 45);
elseif c >= 55 && c <= 65
    R_c = (65 - c)/(65 - 55);
else
    R_c = 0;
end
fprintf('Rendah = %.3f \n', R_c);
%himpunan fuzzy sedang
if c >= 55 && c <= 65
    S_c = (c - 55)/(65 - 55);
elseif c >= 65 && c <= 75
    S_c = (75 - c)/(75 - 65);
else
    S_c = 0;
end
fprintf('Sedang = %.3f \n', S_c);
%himpunan fuzzy tinggi
if c >= 65 && c <= 75
    T_c = (c - 65)/(75 - 65);
elseif c >= 75 && c <= 85
    T_c = (85 - c)/(85 - 75);
else
    T_c = 0;
end
fprintf('Tinggi = %.3f \n', T_c);
%himpunan fuzzy sangat tinggi
if c >= 85 && c <= 100
    ST_c = 1;
elseif c >= 75 && c <= 85
    ST_c = (c - 75)/(85 - 75);
else
    ST_c = 0;
end
fprintf('Sangat tinggi = %.3f \n', ST_c);
disp(' ');

```

```

%variabel keanggotaan nilai UAS
disp('-----');
disp('Derajat keanggotaan nilai UAS');
disp('-----');
%himpunan fuzzy sangat rendah
if d >= 1 && d <= 45
    SR_d = 1;
elseif d >= 45 && d <= 55
    SR_d = (55 - d)/(55 - 45);
else
    SR_d = 0;
end
fprintf('Sangat rendah = %.3f \n', SR_d);
%himpunan fuzzy rendah
if d >= 45 && d <= 55
    R_d = (d - 45)/(55 - 45);
elseif d >= 55 && d <= 65
    R_d = (65 - d)/(65 - 55);
else
    R_d = 0;
end
fprintf('Rendah = %.3f \n', R_d);
%himpunan fuzzy sedang
if d >= 55 && d <= 65
    S_d = (d - 55)/(65 - 55);
elseif d >= 65 && d <= 75
    S_d = (75 - d)/(75 - 65);
else
    S_d = 0;
end
fprintf('Sedang = %.3f \n', S_d);
%himpunan fuzzy tinggi
if d >= 65 && d <= 75
    T_d = (d - 65)/(75 - 65);
elseif d >= 75 && d <= 85
    T_d = (85 - d)/(85 - 75);
else
    T_d = 0;
end
fprintf('Tinggi = %.3f \n', T_d);
%himpunan fuzzy sangat tinggi
if d >= 85 && d <= 100
    ST_d = 1;
elseif d >= 75 && d <= 85
    ST_d = (d - 75)/(85 - 75);
else

```

```

    ST_d = 0;
end
fprintf('Sangat tinggi = %.3f \n', ST_d);
%fuzzifikasi
%aturan fuzzy
%aturan1
%disp('R1] IF nilai tugas mandiri sangat rendah AND nilai tugas terstruktur
sangat rendah AND nilai UTS sangat rendah AND nilai UAS sangat rendah
THEN nilai akhir "E");
r1=[SR_a SR_b SR_c SR_d];
%mencari alpha predikat
ap1=min(r1);
%aturan2
r2=[SR_a SR_b SR_c R_d]; ap2=min(r2);
%aturan3
r3=[SR_a SR_b SR_c S_d]; ap3=min(r3);
%aturan4
r4=[SR_a SR_b SR_c T_d]; ap4=min(r4);
%aturan5
r5=[SR_a SR_b SR_c ST_d]; ap5=min(r5);
%aturan6
r6=[SR_a SR_b R_c SR_d]; ap6=min(r6);
%aturan7
r7=[SR_a SR_b R_c R_d]; ap7=min(r7);
%aturan8
r8=[SR_a SR_b R_c S_d]; ap8=min(r8);
%aturan9
r9=[SR_a SR_b R_c T_d]; ap9=min(r9);
%aturan10
r10=[SR_a SR_b R_c ST_d]; ap10=min(r10);
%aturan11
r11=[SR_a SR_b S_c SR_d]; ap11=min(r11);
%aturan12
r12=[SR_a SR_b S_c R_d]; ap12=min(r12);
%aturan13
r13=[SR_a SR_b S_c S_d]; ap13=min(r13);
%aturan14
r14=[SR_a SR_b S_c T_d]; ap14=min(r14);
%aturan15
r15=[SR_a SR_b S_c ST_d]; ap15=min(r15);
%aturan16
r16=[SR_a SR_b T_c SR_d]; ap16=min(r16);
%aturan17
r17=[SR_a SR_b T_c R_d]; ap17=min(r17);

```

```

%aturan18
r18=[SR_a SR_b T_c S_d]; ap18=min(r18);
%aturan19
r19=[SR_a SR_b T_c T_d]; ap19=min(r19);
%aturan20
r20=[SR_a SR_b T_c ST_d]; ap20=min(r20);
%aturan21
r21=[SR_a SR_b ST_c SR_d]; ap21=min(r21);
%aturan22
r22=[SR_a SR_b ST_c R_d]; ap22=min(r22);
%aturan23
r23=[SR_a SR_b ST_c S_d]; ap23=min(r23);
%aturan24
r24=[SR_a SR_b ST_c T_d]; ap24=min(r24);
%aturan25
r25=[SR_a SR_b ST_c ST_d]; ap25=min(r25);
%aturan26
r26=[SR_a R_b SR_c SR_d]; ap26=min(r26);
%aturan27
r27=[SR_a R_b SR_c R_d]; ap27=min(r27);
%aturan28
r28=[SR_a R_b SR_c S_d]; ap28=min(r28);
%aturan29
r29=[SR_a R_b SR_c T_d]; ap29=min(r29);
%aturan30
r30=[SR_a R_b SR_c ST_d]; ap30=min(r30);
%aturan31
r31=[SR_a R_b R_c SR_d]; ap31=min(r31);
%aturan32
r32=[SR_a R_b R_c R_d]; ap32=min(r32);
%aturan33
r33=[SR_a R_b R_c S_d]; ap33=min(r33);
%aturan34
r34=[SR_a R_b R_c T_d]; ap34=min(r34);
%aturan35
r35=[SR_a R_b R_c ST_d]; ap35=min(r35);
%aturan36
r36=[SR_a R_b S_c SR_d]; ap36=min(r36);
%aturan37
r37=[SR_a R_b S_c R_d]; ap37=min(r37);
%aturan38
r38=[SR_a R_b S_c S_d]; ap38=min(r38);
%aturan39
r39=[SR_a R_b S_c T_d]; ap39=min(r39);

```

```

%aturan40
r40=[SR_a R_b S_c ST_d]; ap40=min(r40);
%aturan41
r41=[SR_a R_b T_c SR_d]; ap41=min(r41);
%aturan42
r42=[SR_a R_b T_c R_d]; ap42=min(r42);
%aturan43
r43=[SR_a R_b T_c S_d]; ap43=min(r43);
%aturan44
r44=[SR_a R_b T_c T_d]; ap44=min(r44);
%aturan45
r45=[SR_a R_b T_c ST_d]; ap45=min(r45);
%aturan46
r46=[SR_a R_b ST_c SR_d]; ap46=min(r46);
%aturan47
r47=[SR_a R_b ST_c R_d]; ap47=min(r47);
%aturan48
r48=[SR_a R_b ST_c S_d]; ap48=min(r48);
%aturan49
r49=[SR_a R_b ST_c T_d]; ap49=min(r49);
%aturan50
r50=[SR_a R_b ST_c ST_d]; ap50=min(r50);
%aturan51
r51=[SR_a S_b SR_c SR_d]; ap51=min(r51);
%aturan52
r52=[SR_a S_b SR_c R_d]; ap52=min(r52);
%aturan53
r53=[SR_a S_b SR_c S_d]; ap53=min(r53);
%aturan54
r54=[SR_a S_b SR_c T_d]; ap54=min(r54);
%aturan55
r55=[SR_a S_b SR_c ST_d]; ap55=min(r55);
%aturan56
r56=[SR_a S_b R_c SR_d]; ap56=min(r56);
%aturan57
r57=[SR_a S_b R_c R_d]; ap57=min(r57);
%aturan58
r58=[SR_a S_b R_c S_d]; ap58=min(r58);
%aturan59
r59=[SR_a S_b R_c T_d]; ap59=min(r59);
%aturan60
r60=[SR_a S_b R_c ST_d]; ap60=min(r60);
%aturan61
r61=[SR_a S_b S_c SR_d]; ap61=min(r61);

```

```

%aturan62
r62=[SR_a S_b S_c R_d]; ap62=min(r62);
%aturan63
r63=[SR_a S_b S_c S_d]; ap63=min(r63);
%aturan64
r64=[SR_a S_b S_c T_d]; ap64=min(r64);
%aturan65
r65=[SR_a S_b S_c ST_d]; ap65=min(r65);
%aturan66
r66=[SR_a S_b T_c SR_d]; ap66=min(r66);
%aturan67
r67=[SR_a S_b T_c R_d]; ap67=min(r67);
%aturan68
r68=[SR_a S_b T_c S_d]; ap68=min(r68);
%aturan69
r69=[SR_a S_b T_c T_d]; ap69=min(r69);
%aturan70
r70=[SR_a S_b T_c ST_d]; ap70=min(r70);
%aturan71
r71=[SR_a S_b ST_c SR_d]; ap71=min(r71);
%aturan72
r72=[SR_a S_b ST_c R_d]; ap72=min(r72);
%aturan73
r73=[SR_a S_b ST_c S_d]; ap73=min(r73);
%aturan74
r74=[SR_a S_b ST_c T_d]; ap74=min(r74);
%aturan75
r75=[SR_a S_b ST_c ST_d]; ap75=min(r75);
%aturan76
r76=[SR_a T_b SR_c SR_d]; ap76=min(r76);
%aturan77
r77=[SR_a T_b SR_c R_d]; ap77=min(r77);
%aturan78
r78=[SR_a T_b SR_c S_d]; ap78=min(r78);
%aturan79
r79=[SR_a T_b SR_c T_d]; ap79=min(r79);
%aturan80
r80=[SR_a T_b SR_c ST_d]; ap80=min(r80);
%aturan81
r81=[SR_a T_b R_c SR_d]; ap81=min(r81);
%aturan82
r82=[SR_a T_b R_c R_d]; ap82=min(r82);
%aturan83
r83=[SR_a T_b R_c S_d]; ap83=min(r83);

```

```

%aturan84
r84=[SR_a T_b R_c T_d]; ap84=min(r84);
%aturan85
r85=[SR_a T_b R_c ST_d]; ap85=min(r85);
%aturan86
r86=[SR_a T_b S_c SR_d]; ap86=min(r86);
%aturan87
r87=[SR_a T_b S_c R_d]; ap87=min(r87);
%aturan88
r88=[SR_a T_b S_c S_d]; ap88=min(r88);
%aturan89
r89=[SR_a T_b S_c T_d]; ap89=min(r89);
%aturan90
r90=[SR_a T_b S_c ST_d]; ap90=min(r90);
%aturan91
r91=[SR_a T_b T_c SR_d]; ap91=min(r91);
%aturan92
r92=[SR_a T_b T_c R_d]; ap92=min(r92);
%aturan93
r93=[SR_a T_b T_c S_d]; ap93=min(r93);
%aturan94
r94=[SR_a T_b T_c T_d]; ap94=min(r94);
%aturan95
r95=[SR_a T_b T_c ST_d]; ap95=min(r95);
%aturan96
r96=[SR_a T_b ST_c SR_d]; ap96=min(r96);
%aturan97
r97=[SR_a T_b ST_c R_d]; ap97=min(r97);
%aturan98
r98=[SR_a T_b ST_c S_d]; ap98=min(r98);
%aturan99
r99=[SR_a T_b ST_c T_d]; ap99=min(r99);
%aturan100
r100=[SR_a T_b ST_c ST_d]; ap100=min(r100);
%aturan101
r101=[SR_a ST_b SR_c SR_d]; ap101=min(r101);
%aturan102
r102=[SR_a ST_b SR_c R_d]; ap102=min(r102);
%aturan103
r103=[SR_a ST_b SR_c S_d]; ap103=min(r103);
%aturan104
r104=[SR_a ST_b SR_c T_d]; ap104=min(r104);
%aturan105
r105=[SR_a ST_b SR_c ST_d]; ap105=min(r105);

```

```

%aturan106
r106=[SR_a ST_b R_c SR_d]; ap106=min(r106);
%aturan107
r107=[SR_a ST_b R_c R_d]; ap107=min(r107);
%aturan108
r108=[SR_a ST_b R_c S_d]; ap108=min(r108);
%aturan109
r109=[SR_a ST_b R_c T_d]; ap109=min(r109);
%aturan110
r110=[SR_a ST_b R_c ST_d]; ap110=min(r110);
%aturan111
r111=[SR_a ST_b S_c SR_d]; ap111=min(r111);
%aturan112
r112=[SR_a ST_b S_c R_d]; ap112=min(r112);
%aturan113
r113=[SR_a ST_b S_c S_d]; ap113=min(r113);
%aturan114
r114=[SR_a ST_b S_c T_d]; ap114=min(r114);
%aturan115
r115=[SR_a ST_b S_c ST_d]; ap115=min(r115);
%aturan116
r116=[SR_a ST_b T_c SR_d]; ap116=min(r116);
%aturan117
r117=[SR_a ST_b T_c R_d]; ap117=min(r117);
%aturan118
r118=[SR_a ST_b T_c S_d]; ap118=min(r118);
%aturan119
r119=[SR_a ST_b T_c T_d]; ap119=min(r119);
%aturan120
r120=[SR_a ST_b T_c ST_d]; ap120=min(r120);
%aturan121
r121=[SR_a ST_b ST_c SR_d]; ap121=min(r121);
%aturan122
r122=[SR_a ST_b ST_c R_d]; ap122=min(r122);
%aturan123
r123=[SR_a ST_b ST_c S_d]; ap123=min(r123);
%aturan124
r124=[SR_a ST_b ST_c T_d]; ap124=min(r124);
%aturan125
r125=[SR_a ST_b ST_c ST_d]; ap125=min(r125);
%aturan126
ap126=min([R_a SR_b SR_c SR_d]);
%aturan127
ap127=min([R_a SR_b SR_c R_d]);

```

```

%aturan128
ap128=min([R_a SR_b SR_c S_d]);
%aturan129
ap129=min([R_a SR_b SR_c T_d]);
%aturan130
ap130=min([R_a SR_b SR_c ST_d]);
%aturan131
ap131=min([R_a SR_b R_c SR_d]);
%aturan132
ap132=min([R_a SR_b R_c R_d]);
%aturan133
ap133=min([R_a SR_b R_c S_d]);
%aturan134
ap134=min([R_a SR_b R_c T_d]);
%aturan135
ap135=min([R_a SR_b R_c ST_d]);
%aturan136
ap136=min([R_a SR_b S_c SR_d]);
%aturan137
ap137=min([R_a SR_b S_c R_d]);
%aturan138
ap138=min([R_a SR_b S_c S_d]);
%aturan139
ap139=min([R_a SR_b S_c T_d]);
%aturan140
ap140=min([R_a SR_b S_c ST_d]);
%aturan141
ap141=min([R_a SR_b T_c SR_d]);
%aturan142
ap142=min([R_a SR_b T_c R_d]);
%aturan143
ap143=min([R_a SR_b T_c S_d]);
%aturan144
ap144=min([R_a SR_b T_c T_d]);
%aturan145
ap145=min([R_a SR_b T_c ST_d]);
%aturan146
ap146=min([R_a SR_b ST_c SR_d]);
%aturan147
ap147=min([R_a SR_b ST_c R_d]);
%aturan148
ap148=min([R_a SR_b ST_c S_d]);
%aturan149
ap149=min([R_a SR_b ST_c T_d]);

```

```

%aturan150
ap150=min([R_a SR_b ST_c ST_d]);
%aturan151
ap151=min([R_a R_b SR_c SR_d]);
%aturan152
ap152=min([R_a R_b SR_c R_d]);
%aturan153
ap153=min([R_a R_b SR_c S_d]);
%aturan154
ap154=min([R_a R_b SR_c T_d]);
%aturan155
ap155=min([R_a R_b SR_c ST_d]);
%aturan156
ap156=min([R_a R_b R_c SR_d]);
%aturan157
ap157=min([R_a R_b R_c R_d]);
%aturan158
ap158=min([R_a R_b R_c S_d]);
%aturan159
ap159=min([R_a R_b R_c T_d]);
%aturan160
ap160=min([R_a R_b R_c ST_d]);
%aturan161
ap161=min([R_a R_b S_c SR_d]);
%aturan162
ap162=min([R_a R_b S_c R_d]);
%aturan163
ap163=min([R_a R_b S_c S_d]);
%aturan164
ap164=min([R_a R_b S_c T_d]);
%aturan165
ap165=min([R_a R_b S_c ST_d]);
%aturan166
ap166=min([R_a R_b T_c SR_d]);
%aturan167
ap167=min([R_a R_b T_c R_d]);
%aturan168
ap168=min([R_a R_b T_c S_d]);
%aturan169
ap169=min([R_a R_b T_c T_d]);
%aturan170
ap170=min([R_a R_b T_c ST_d]);
%aturan171
ap171=min([R_a R_b ST_c SR_d]);

```

```

%aturan172
ap172=min([R_a R_b ST_c R_d]);
%aturan173
ap173=min([R_a R_b ST_c S_d]);
%aturan174
ap174=min([R_a R_b ST_c T_d]);
%aturan175
ap175=min([R_a R_b ST_c ST_d]);
%aturan176
ap176=min([R_a S_b SR_c SR_d]);
%aturan177
ap177=min([R_a S_b SR_c R_d]);
%aturan178
ap178=min([R_a S_b SR_c S_d]);
%aturan179
ap179=min([R_a S_b SR_c T_d]);
%aturan180
ap180=min([R_a S_b SR_c ST_d]);
%aturan181
ap181=min([R_a S_b R_c SR_d]);
%aturan182
ap182=min([R_a S_b R_c R_d]);
%aturan183
ap183=min([R_a S_b R_c S_d]);
%aturan184
ap184=min([R_a S_b R_c T_d]);
%aturan185
ap185=min([R_a S_b R_c ST_d]);
%aturan186
ap186=min([R_a S_b S_c SR_d]);
%aturan187
ap187=min([R_a S_b S_c R_d]);
%aturan188
ap188=min([R_a S_b S_c S_d]);
%aturan189
ap189=min([R_a S_b S_c T_d]);
%aturan190
ap190=min([R_a S_b S_c ST_d]);
%aturan191
ap191=min([R_a S_b T_c SR_d]);
%aturan192
ap192=min([R_a S_b T_c R_d]);
%aturan193
ap193=min([R_a S_b T_c S_d]);

```

```

%aturan194
ap194=min([R_a S_b T_c T_d]);
%aturan195
ap195=min([R_a S_b T_c ST_d]);
%aturan196
ap196=min([R_a S_b ST_c SR_d]);
%aturan197
ap197=min([R_a S_b ST_c R_d]);
%aturan198
ap198=min([R_a S_b ST_c S_d]);
%aturan199
ap199=min([R_a S_b ST_c T_d]);
%aturan200
ap200=min([R_a S_b ST_c ST_d]);
%aturan201
ap201=min([R_a T_b SR_c SR_d]);
%aturan202
ap202=min([R_a T_b SR_c R_d]);
%aturan203
ap203=min([R_a T_b SR_c S_d]);
%aturan204
ap204=min([R_a T_b SR_c T_d]);
%aturan205
ap205=min([R_a T_b SR_c ST_d]);
%aturan206
ap206=min([R_a T_b R_c SR_d]);
%aturan207
ap207=min([R_a T_b R_c R_d]);
%aturan208
ap208=min([R_a T_b R_c S_d]);
%aturan209
ap209=min([R_a T_b R_c T_d]);
%aturan210
ap210=min([R_a T_b R_c ST_d]);
%aturan211
ap211=min([R_a T_b S_c SR_d]);
%aturan212
ap212=min([R_a T_b S_c R_d]);
%aturan213
ap213=min([R_a T_b S_c S_d]);
%aturan214
ap214=min([R_a T_b S_c T_d]);
%aturan215
ap215=min([R_a T_b S_c ST_d]);

```

```

%aturan216
ap216=min([R_a T_b T_c SR_d]);
%aturan217
ap217=min([R_a T_b T_c R_d]);
%aturan218
ap218=min([R_a T_b T_c S_d]);
%aturan219
ap219=min([R_a T_b T_c T_d]);
%aturan220
ap220=min([R_a T_b T_c ST_d]);
%aturan221
ap221=min([R_a T_b ST_c SR_d]);
%aturan222
ap222=min([R_a T_b ST_c R_d]);
%aturan223
ap223=min([R_a T_b ST_c S_d]);
%aturan224
ap224=min([R_a T_b ST_c T_d]);
%aturan225
ap225=min([R_a T_b ST_c ST_d]);
%aturan226
ap226=min([R_a ST_b SR_c SR_d]);
%aturan227
ap227=min([R_a ST_b SR_c R_d]);
%aturan228
ap228=min([R_a ST_b SR_c S_d]);
%aturan229
ap229=min([R_a ST_b SR_c T_d]);
%aturan230
ap230=min([R_a ST_b SR_c ST_d]);
%aturan231
ap231=min([R_a ST_b R_c SR_d]);
%aturan232
ap232=min([R_a ST_b R_c R_d]);
%aturan233
ap233=min([R_a ST_b R_c S_d]);
%aturan234
ap234=min([R_a ST_b R_c T_d]);
%aturan235
ap235=min([R_a ST_b R_c ST_d]);
%aturan236
ap236=min([R_a ST_b S_c SR_d]);
%aturan237
ap237=min([R_a ST_b S_c R_d]);

```

```

%aturan238
ap238=min([R_a ST_b S_c S_d]);
%aturan239
ap239=min([R_a ST_b S_c T_d]);
%aturan240
ap240=min([R_a ST_b S_c ST_d]);
%aturan241
ap241=min([R_a ST_b T_c SR_d]);
%aturan242
ap242=min([R_a ST_b T_c R_d]);
%aturan243
ap243=min([R_a ST_b T_c S_d]);
%aturan244
ap244=min([R_a ST_b T_c T_d]);
%aturan245
ap245=min([R_a ST_b T_c ST_d]);
%aturan246
ap246=min([R_a ST_b ST_c SR_d]);
%aturan247
ap247=min([R_a ST_b ST_c R_d]);
%aturan248
ap248=min([R_a ST_b ST_c S_d]);
%aturan249
ap249=min([R_a ST_b ST_c T_d]);
%aturan250
ap250=min([R_a ST_b ST_c ST_d]);
%aturan251
ap251=min([S_a SR_b SR_c SR_d]);
%aturan252
ap252=min([S_a SR_b SR_c R_d]);
%aturan253
ap253=min([S_a SR_b SR_c S_d]);
%aturan254
ap254=min([S_a SR_b SR_c T_d]);
%aturan255
ap255=min([S_a SR_b SR_c ST_d]);
%aturan256
ap256=min([S_a SR_b R_c SR_d]);
%aturan257
ap257=min([S_a SR_b R_c R_d]);
%aturan258
ap258=min([S_a SR_b R_c S_d]);
%aturan259
ap259=min([S_a SR_b R_c T_d]);

```

```

%aturan260
ap260=min([S_a SR_b R_c ST_d]);
%aturan261
ap261=min([S_a SR_b S_c SR_d]);
%aturan262
ap262=min([S_a SR_b S_c R_d]);
%aturan263
ap263=min([S_a SR_b S_c S_d]);
%aturan264
ap264=min([S_a SR_b S_c T_d]);
%aturan265
ap265=min([S_a SR_b S_c ST_d]);
%aturan266
ap266=min([S_a SR_b T_c SR_d]);
%aturan267
ap267=min([S_a SR_b T_c R_d]);
%aturan268
ap268=min([S_a SR_b T_c S_d]);
%aturan269
ap269=min([S_a SR_b T_c T_d]);
%aturan270
ap270=min([S_a SR_b T_c ST_d]);
%aturan271
ap271=min([S_a SR_b ST_c SR_d]);
%aturan272
ap272=min([S_a SR_b ST_c R_d]);
%aturan273
ap273=min([S_a SR_b ST_c S_d]);
%aturan274
ap274=min([S_a SR_b ST_c T_d]);
%aturan275
ap275=min([S_a SR_b ST_c ST_d]);
%aturan276
ap276=min([S_a R_b SR_c SR_d]);
%aturan277
ap277=min([S_a R_b SR_c R_d]);
%aturan278
ap278=min([S_a R_b SR_c S_d]);
%aturan279
ap279=min([S_a R_b SR_c T_d]);
%aturan280
ap280=min([S_a R_b SR_c ST_d]);
%aturan281
ap281=min([S_a R_b R_c SR_d]);

```

```

%aturan282
ap282=min([S_a R_b R_c R_d]);
%aturan283
ap283=min([S_a R_b R_c S_d]);
%aturan284
ap284=min([S_a R_b R_c T_d]);
%aturan285
ap285=min([S_a R_b R_c ST_d]);
%aturan286
ap286=min([S_a R_b S_c SR_d]);
%aturan287
ap287=min([S_a R_b S_c R_d]);
%aturan288
ap288=min([S_a R_b S_c S_d]);
%aturan289
ap289=min([S_a R_b S_c T_d]);
%aturan290
ap290=min([S_a R_b S_c ST_d]);
%aturan291
ap291=min([S_a R_b T_c SR_d]);
%aturan292
ap292=min([S_a R_b T_c R_d]);
%aturan293
ap293=min([S_a R_b T_c S_d]);
%aturan294
ap294=min([S_a R_b T_c T_d]);
%aturan295
ap295=min([S_a R_b T_c ST_d]);
%aturan296
ap296=min([S_a R_b ST_c SR_d]);
%aturan297
ap297=min([S_a R_b ST_c R_d]);
%aturan298
ap298=min([S_a R_b ST_c S_d]);
%aturan299
ap299=min([S_a R_b ST_c T_d]);
%aturan300
ap300=min([S_a R_b ST_c ST_d]);
%aturan301
ap301=min([S_a S_b SR_c SR_d]);
%aturan302
ap302=min([S_a S_b SR_c R_d]);
%aturan303
ap303=min([S_a S_b SR_c S_d]);

```

```

%aturan304
ap304=min([S_a S_b SR_c T_d]);
%aturan305
ap305=min([S_a S_b SR_c ST_d]);
%aturan306
ap306=min([S_a S_b R_c SR_d]);
%aturan307
ap307=min([S_a S_b R_c R_d]);
%aturan308
ap308=min([S_a S_b R_c S_d]);
%aturan309
ap309=min([S_a S_b R_c T_d]);
%aturan310
ap310=min([S_a S_b R_c ST_d]);
%aturan311
ap311=min([S_a S_b S_c SR_d]);
%aturan312
ap312=min([S_a S_b S_c R_d]);
%aturan313
ap313=min([S_a S_b S_c S_d]);
%aturan314
ap314=min([S_a S_b S_c T_d]);
%aturan315
ap315=min([S_a S_b S_c ST_d]);
%aturan316
ap316=min([S_a S_b T_c SR_d]);
%aturan317
ap317=min([S_a S_b T_c R_d]);
%aturan318
ap318=min([S_a S_b T_c S_d]);
%aturan319
ap319=min([S_a S_b T_c T_d]);
%aturan320
ap320=min([S_a S_b T_c ST_d]);
%aturan321
ap321=min([S_a S_b ST_c SR_d]);
%aturan322
ap322=min([S_a S_b ST_c R_d]);
%aturan323
ap323=min([S_a S_b ST_c S_d]);
%aturan324
ap324=min([S_a S_b ST_c T_d]);
%aturan325
ap325=min([S_a S_b ST_c ST_d]);

```

```

%aturan326
ap326=min([S_a T_b SR_c SR_d]);
%aturan327
ap327=min([S_a T_b SR_c R_d]);
%aturan328
ap328=min([S_a T_b SR_c S_d]);
%aturan329
ap329=min([S_a T_b SR_c T_d]);
%aturan330
ap330=min([S_a T_b SR_c ST_d]);
%aturan331
ap331=min([S_a T_b R_c SR_d]);
%aturan332
ap332=min([S_a T_b R_c R_d]);
%aturan333
ap333=min([S_a T_b R_c S_d]);
%aturan334
ap334=min([S_a T_b R_c T_d]);
%aturan335
ap335=min([S_a T_b R_c ST_d]);
%aturan336
ap336=min([S_a T_b S_c SR_d]);
%aturan337
ap337=min([S_a T_b S_c R_d]);
%aturan338
ap338=min([S_a T_b S_c S_d]);
%aturan339
ap339=min([S_a T_b S_c T_d]);
%aturan340
ap340=min([S_a T_b S_c ST_d]);
%aturan341
ap341=min([S_a T_b T_c SR_d]);
%aturan342
ap342=min([S_a T_b T_c R_d]);
%aturan343
ap343=min([S_a T_b T_c S_d]);
%aturan344
ap344=min([S_a T_b T_c T_d]);
%aturan345
ap345=min([S_a T_b T_c ST_d]);
%aturan346
ap346=min([S_a T_b ST_c SR_d]);
%aturan347
ap347=min([S_a T_b ST_c R_d]);

```

```

%aturan348
ap348=min([S_a T_b ST_c S_d]);
%aturan349
ap349=min([S_a T_b ST_c T_d]);
%aturan350
ap350=min([S_a T_b ST_c ST_d]);
%aturan351
ap351=min([S_a ST_b SR_c SR_d]);
%aturan352
ap352=min([S_a ST_b SR_c R_d]);
%aturan353
ap353=min([S_a ST_b SR_c S_d]);
%aturan354
ap354=min([S_a ST_b SR_c T_d]);
%aturan355
ap355=min([S_a ST_b SR_c ST_d]);
%aturan356
ap356=min([S_a ST_b R_c SR_d]);
%aturan357
ap357=min([S_a ST_b R_c R_d]);
%aturan358
ap358=min([S_a ST_b R_c S_d]);
%aturan359
ap359=min([S_a ST_b R_c T_d]);
%aturan360
ap360=min([S_a ST_b R_c ST_d]);
%aturan361
ap361=min([S_a ST_b S_c SR_d]);
%aturan362
ap362=min([S_a ST_b S_c R_d]);
%aturan363
ap363=min([S_a ST_b S_c S_d]);
%aturan364
ap364=min([S_a ST_b S_c T_d]);
%aturan365
ap365=min([S_a ST_b S_c ST_d]);
%aturan366
ap366=min([S_a ST_b T_c SR_d]);
%aturan367
ap367=min([S_a ST_b T_c R_d]);
%aturan368
ap368=min([S_a ST_b T_c S_d]);
%aturan369
ap369=min([S_a ST_b T_c T_d]);

```

```

%aturan370
ap370=min([S_a ST_b T_c ST_d]);
%aturan371
ap371=min([S_a ST_b ST_c SR_d]);
%aturan372
ap372=min([S_a ST_b ST_c R_d]);
%aturan373
ap373=min([S_a ST_b ST_c S_d]);
%aturan374
ap374=min([S_a ST_b ST_c T_d]);
%aturan375
ap375=min([S_a ST_b ST_c ST_d]);
%aturan376
ap376=min([T_a SR_b SR_c SR_d]);
%aturan377
ap377=min([T_a SR_b SR_c R_d]);
%aturan378
ap378=min([T_a SR_b SR_c S_d]);
%aturan379
ap379=min([T_a SR_b SR_c T_d]);
%aturan380
ap380=min([T_a SR_b SR_c ST_d]);
%aturan381
ap381=min([T_a SR_b R_c SR_d]);
%aturan382
ap382=min([T_a SR_b R_c R_d]);
%aturan383
ap383=min([T_a SR_b R_c S_d]);
%aturan384
ap384=min([T_a SR_b R_c T_d]);
%aturan385
ap385=min([T_a SR_b R_c ST_d]);
%aturan386
ap386=min([T_a SR_b S_c SR_d]);
%aturan387
ap387=min([T_a SR_b S_c R_d]);
%aturan388
ap388=min([T_a SR_b S_c S_d]);
%aturan389
ap389=min([T_a SR_b S_c T_d]);
%aturan390
ap390=min([T_a SR_b S_c ST_d]);
%aturan391
ap391=min([T_a SR_b T_c SR_d]);

```

```

%aturan392
ap392=min([T_a SR_b T_c R_d]);
%aturan393
ap393=min([T_a SR_b T_c S_d]);
%aturan394
ap394=min([T_a SR_b T_c T_d]);
%aturan395
ap395=min([T_a SR_b T_c ST_d]);
%aturan396
ap396=min([T_a SR_b ST_c SR_d]);
%aturan397
ap397=min([T_a SR_b ST_c R_d]);
%aturan398
ap398=min([T_a SR_b ST_c S_d]);
%aturan399
ap399=min([T_a SR_b ST_c T_d]);
%aturan400
ap400=min([T_a SR_b ST_c ST_d]);
%aturan401
ap401=min([T_a R_b SR_c SR_d]);
%aturan402
ap402=min([T_a R_b SR_c R_d]);
%aturan403
ap403=min([T_a R_b SR_c S_d]);
%aturan404
ap404=min([T_a R_b SR_c T_d]);
%aturan405
ap405=min([T_a R_b SR_c ST_d]);
%aturan406
ap406=min([T_a R_b R_c SR_d]);
%aturan407
ap407=min([T_a R_b R_c R_d]);
%aturan408
ap408=min([T_a R_b R_c S_d]);
%aturan409
ap409=min([T_a R_b R_c T_d]);
%aturan410
ap410=min([T_a R_b R_c ST_d]);
%aturan411
ap411=min([T_a R_b S_c SR_d]);
%aturan412
ap412=min([T_a R_b S_c R_d]);
%aturan413
ap413=min([T_a R_b S_c S_d]);

```

```

%aturan414
ap414=min([T_a R_b S_c T_d]);
%aturan415
ap415=min([T_a R_b S_c ST_d]);
%aturan416
ap416=min([T_a R_b T_c SR_d]);
%aturan417
ap417=min([T_a R_b T_c R_d]);
%aturan418
ap418=min([T_a R_b T_c S_d]);
%aturan419
ap419=min([T_a R_b T_c T_d]);
%aturan420
ap420=min([T_a R_b T_c ST_d]);
%aturan421
ap421=min([T_a R_b ST_c SR_d]);
%aturan422
ap422=min([T_a R_b ST_c R_d]);
%aturan423
ap423=min([T_a R_b ST_c S_d]);
%aturan424
ap424=min([T_a R_b ST_c T_d]);
%aturan425
ap425=min([T_a R_b ST_c ST_d]);
%aturan426
ap426=min([T_a S_b SR_c SR_d]);
%aturan427
ap427=min([T_a S_b SR_c R_d]);
%aturan428
ap428=min([T_a S_b SR_c S_d]);
%aturan429
ap429=min([T_a S_b SR_c T_d]);
%aturan430
ap430=min([T_a S_b SR_c ST_d]);
%aturan431
ap431=min([T_a S_b R_c SR_d]);
%aturan432
ap432=min([T_a S_b R_c R_d]);
%aturan433
ap433=min([T_a S_b R_c S_d]);
%aturan434
ap434=min([T_a S_b R_c T_d]);
%aturan435
ap435=min([T_a S_b R_c ST_d]);

```

```

%aturan436
ap436=min([T_a S_b S_c SR_d]);
%aturan437
ap437=min([T_a S_b S_c R_d]);
%aturan438
ap438=min([T_a S_b S_c S_d]);
%aturan439
ap439=min([T_a S_b S_c T_d]);
%aturan440
ap440=min([T_a S_b S_c ST_d]);
%aturan441
ap441=min([T_a S_b T_c SR_d]);
%aturan442
ap442=min([T_a S_b T_c R_d]);
%aturan443
ap443=min([T_a S_b T_c S_d]);
%aturan444
ap444=min([T_a S_b T_c T_d]);
%aturan445
ap445=min([T_a S_b T_c ST_d]);
%aturan446
ap446=min([T_a S_b ST_c SR_d]);
%aturan447
ap447=min([T_a S_b ST_c R_d]);
%aturan448
ap448=min([T_a S_b ST_c S_d]);
%aturan449
ap449=min([T_a S_b ST_c T_d]);
%aturan450
ap450=min([T_a S_b ST_c ST_d]);
%aturan451
ap451=min([T_a T_b SR_c SR_d]);
%aturan452
ap452=min([T_a T_b SR_c R_d]);
%aturan453
ap453=min([T_a T_b SR_c S_d]);
%aturan454
ap454=min([T_a T_b SR_c T_d]);
%aturan455
ap455=min([T_a T_b SR_c ST_d]);
%aturan456
ap456=min([T_a T_b R_c SR_d]);
%aturan457
ap457=min([T_a T_b R_c R_d]);

```

```

%aturan458
ap458=min([T_a T_b R_c S_d]);
%aturan459
ap459=min([T_a T_b R_c T_d]);
%aturan460
ap460=min([T_a T_b R_c ST_d]);
%aturan461
ap461=min([T_a T_b S_c SR_d]);
%aturan462
ap462=min([T_a T_b S_c R_d]);
%aturan463
ap463=min([T_a T_b S_c S_d]);
%aturan464
ap464=min([T_a T_b S_c T_d]);
%aturan465
ap465=min([T_a T_b S_c ST_d]);
%aturan466
ap466=min([T_a T_b T_c SR_d]);
%aturan467
ap467=min([T_a T_b T_c R_d]);
%aturan468
ap468=min([T_a T_b T_c S_d]);
%aturan469
ap469=min([T_a T_b T_c T_d]);
%aturan470
ap470=min([T_a T_b T_c ST_d]);
%aturan471
ap471=min([T_a T_b ST_c SR_d]);
%aturan472
ap472=min([T_a T_b ST_c R_d]);
%aturan473
ap473=min([T_a T_b ST_c S_d]);
%aturan474
ap474=min([T_a T_b ST_c T_d]);
%aturan475
ap475=min([T_a T_b ST_c ST_d]);
%aturan476
ap476=min([T_a ST_b SR_c SR_d]);
%aturan477
ap477=min([T_a ST_b SR_c R_d]);
%aturan478
ap478=min([T_a ST_b SR_c S_d]);
%aturan479
ap479=min([T_a ST_b SR_c T_d]);

```

```

%aturan480
ap480=min([T_a ST_b SR_c ST_d]);
%aturan481
ap481=min([T_a ST_b R_c SR_d]);
%aturan482
ap482=min([T_a ST_b R_c R_d]);
%aturan483
ap483=min([T_a ST_b R_c S_d]);
%aturan484
ap484=min([T_a ST_b R_c T_d]);
%aturan485
ap485=min([T_a ST_b R_c ST_d]);
%aturan486
ap486=min([T_a ST_b S_c SR_d]);
%aturan487
ap487=min([T_a ST_b S_c R_d]);
%aturan488
ap488=min([T_a ST_b S_c S_d]);
%aturan489
ap489=min([T_a ST_b S_c T_d]);
%aturan490
ap490=min([T_a ST_b S_c ST_d]);
%aturan491
ap491=min([T_a ST_b T_c SR_d]);
%aturan492
ap492=min([T_a ST_b T_c R_d]);
%aturan493
ap493=min([T_a ST_b T_c S_d]);
%aturan494
ap494=min([T_a ST_b T_c T_d]);
%aturan495
ap495=min([T_a ST_b T_c ST_d]);
%aturan496
ap496=min([T_a ST_b ST_c SR_d]);
%aturan497
ap497=min([T_a ST_b ST_c R_d]);
%aturan498
ap498=min([T_a ST_b ST_c S_d]);
%aturan499
ap499=min([T_a ST_b ST_c T_d]);
%aturan500
ap500=min([T_a ST_b ST_c ST_d]);
%aturan501
ap501=min([ST_a SR_b SR_c SR_d]);

```

```

%aturan502
ap502=min([ST_a SR_b SR_c R_d]);
%aturan503
ap503=min([ST_a SR_b SR_c S_d]);
%aturan504
ap504=min([ST_a SR_b SR_c T_d]);
%aturan505
ap505=min([ST_a SR_b SR_c ST_d]);
%aturan506
ap506=min([ST_a SR_b R_c SR_d]);
%aturan507
ap507=min([ST_a SR_b R_c R_d]);
%aturan508
ap508=min([ST_a SR_b R_c S_d]);
%aturan509
ap509=min([ST_a SR_b R_c T_d]);
%aturan510
ap510=min([ST_a SR_b R_c ST_d]);
%aturan511
ap511=min([ST_a SR_b S_c SR_d]);
%aturan512
ap512=min([ST_a SR_b S_c R_d]);
%aturan513
ap513=min([ST_a SR_b S_c S_d]);
%aturan514
ap514=min([ST_a SR_b S_c T_d]);
%aturan515
ap515=min([ST_a SR_b S_c ST_d]);
%aturan516
ap516=min([ST_a SR_b T_c SR_d]);
%aturan517
ap517=min([ST_a SR_b T_c R_d]);
%aturan518
ap518=min([ST_a SR_b T_c S_d]);
%aturan519
ap519=min([ST_a SR_b T_c T_d]);
%aturan520
ap520=min([ST_a SR_b T_c ST_d]);
%aturan521
ap521=min([ST_a SR_b ST_c SR_d]);
%aturan522
ap522=min([ST_a SR_b ST_c R_d]);
%aturan523
ap523=min([ST_a SR_b ST_c S_d]);

```

```

%aturan524
ap524=min([ST_a SR_b ST_c T_d]);
%aturan525
ap525=min([ST_a SR_b ST_c ST_d]);
%aturan526
ap526=min([ST_a R_b SR_c SR_d]);
%aturan527
ap527=min([ST_a R_b SR_c R_d]);
%aturan528
ap528=min([ST_a R_b SR_c S_d]);
%aturan529
ap529=min([ST_a R_b SR_c T_d]);
%aturan530
ap530=min([ST_a R_b SR_c ST_d]);
%aturan531
ap531=min([ST_a R_b R_c SR_d]);
%aturan532
ap532=min([ST_a R_b R_c R_d]);
%aturan533
ap533=min([ST_a R_b R_c S_d]);
%aturan534
ap534=min([ST_a R_b R_c T_d]);
%aturan535
ap535=min([ST_a R_b R_c ST_d]);
%aturan536
ap536=min([ST_a R_b S_c SR_d]);
%aturan537
ap537=min([ST_a R_b S_c R_d]);
%aturan538
ap538=min([ST_a R_b S_c S_d]);
%aturan539
ap539=min([ST_a R_b S_c T_d]);
%aturan540
ap540=min([ST_a R_b S_c ST_d]);
%aturan541
ap541=min([ST_a R_b T_c SR_d]);
%aturan542
ap542=min([ST_a R_b T_c R_d]);
%aturan543
ap543=min([ST_a R_b T_c S_d]);
%aturan544
ap544=min([ST_a R_b T_c T_d]);
%aturan545
ap545=min([ST_a R_b T_c ST_d]);

```

```

%aturan546
ap546=min([ST_a R_b ST_c SR_d]);
%aturan547
ap547=min([ST_a R_b ST_c R_d]);
%aturan548
ap548=min([ST_a R_b ST_c S_d]);
%aturan549
ap549=min([ST_a R_b ST_c T_d]);
%aturan550
ap550=min([ST_a R_b ST_c ST_d]);
%aturan551
ap551=min([ST_a S_b SR_c SR_d]);
%aturan552
ap552=min([ST_a S_b SR_c R_d]);
%aturan553
ap553=min([ST_a S_b SR_c S_d]);
%aturan554
ap554=min([ST_a S_b SR_c T_d]);
%aturan555
ap555=min([ST_a S_b SR_c ST_d]);
%aturan556
ap556=min([ST_a S_b R_c SR_d]);
%aturan557
ap557=min([ST_a S_b R_c R_d]);
%aturan558
ap558=min([ST_a S_b R_c S_d]);
%aturan559
ap559=min([ST_a S_b R_c T_d]);
%aturan560
ap560=min([ST_a S_b R_c ST_d]);
%aturan561
ap561=min([ST_a S_b S_c SR_d]);
%aturan562
ap562=min([ST_a S_b S_c R_d]);
%aturan563
ap563=min([ST_a S_b S_c S_d]);
%aturan564
ap564=min([ST_a S_b S_c T_d]);
%aturan565
ap565=min([ST_a S_b S_c ST_d]);
%aturan566
ap566=min([ST_a S_b T_c SR_d]);
%aturan567
ap567=min([ST_a S_b T_c R_d]);

```

```

%aturan568
ap568=min([ST_a S_b T_c S_d]);
%aturan569
ap569=min([ST_a S_b T_c T_d]);
%aturan570
ap570=min([ST_a S_b T_c ST_d]);
%aturan571
ap571=min([ST_a S_b ST_c SR_d]);
%aturan572
ap572=min([ST_a S_b ST_c R_d]);
%aturan573
ap573=min([ST_a S_b ST_c S_d]);
%aturan574
ap574=min([ST_a S_b ST_c T_d]);
%aturan575
ap575=min([ST_a S_b ST_c ST_d]);
%aturan576
ap576=min([ST_a T_b SR_c SR_d]);
%aturan577
ap577=min([ST_a T_b SR_c R_d]);
%aturan578
ap578=min([ST_a T_b SR_c S_d]);
%aturan579
ap579=min([ST_a T_b SR_c T_d]);
%aturan580
ap580=min([ST_a T_b SR_c ST_d]);
%aturan581
ap581=min([ST_a T_b R_c SR_d]);
%aturan582
ap582=min([ST_a T_b R_c R_d]);
%aturan583
ap583=min([ST_a T_b R_c S_d]);
%aturan584
ap584=min([ST_a T_b R_c T_d]);
%aturan585
ap585=min([ST_a T_b R_c ST_d]);
%aturan586
ap586=min([ST_a T_b S_c SR_d]);
%aturan587
ap587=min([ST_a T_b S_c R_d]);
%aturan588
ap588=min([ST_a T_b S_c S_d]);
%aturan589
ap589=min([ST_a T_b S_c T_d]);

```

```

%aturan590
ap590=min([ST_a T_b S_c ST_d]);
%aturan591
ap591=min([ST_a T_b T_c SR_d]);
%aturan592
ap592=min([ST_a T_b T_c R_d]);
%aturan593
ap593=min([ST_a T_b T_c S_d]);
%aturan594
ap594=min([ST_a T_b T_c T_d]);
%aturan595
ap595=min([ST_a T_b T_c ST_d]);
%aturan596
ap596=min([ST_a T_b ST_c SR_d]);
%aturan597
ap597=min([ST_a T_b ST_c R_d]);
%aturan598
ap598=min([ST_a T_b ST_c S_d]);
%aturan599
ap599=min([ST_a T_b ST_c T_d]);
%aturan600
ap600=min([ST_a T_b ST_c ST_d]);
%aturan601
ap601=min([ST_a ST_b SR_c SR_d]);
%aturan602
ap602=min([ST_a ST_b SR_c R_d]);
%aturan603
ap603=min([ST_a ST_b SR_c S_d]);
%aturan604
ap604=min([ST_a ST_b SR_c T_d]);
%aturan605
ap605=min([ST_a ST_b SR_c ST_d]);
%aturan606
ap606=min([ST_a ST_b R_c SR_d]);
%aturan607
ap607=min([ST_a ST_b R_c R_d]);
%aturan608
ap608=min([ST_a ST_b R_c S_d]);
%aturan609
ap609=min([ST_a ST_b R_c T_d]);
%aturan610
ap610=min([ST_a ST_b R_c ST_d]);
%aturan611
ap611=min([ST_a ST_b S_c SR_d]);

```

```

%aturan612
ap612=min([ST_a ST_b S_c R_d]);
%aturan613
ap613=min([ST_a ST_b S_c S_d]);
%aturan614
ap614=min([ST_a ST_b S_c T_d]);
%aturan615
ap615=min([ST_a ST_b S_c ST_d]);
%aturan616
ap616=min([ST_a ST_b T_c SR_d]);
%aturan617
ap617=min([ST_a ST_b T_c R_d]);
%aturan618
ap618=min([ST_a ST_b T_c S_d]);
%aturan619
ap619=min([ST_a ST_b T_c T_d]);
%aturan620
ap620=min([ST_a ST_b T_c ST_d]);
%aturan621
ap621=min([ST_a ST_b ST_c SR_d]);
%aturan622
ap622=min([ST_a ST_b ST_c R_d]);
%aturan623
ap623=min([ST_a ST_b ST_c S_d]);
%aturan624
ap624=min([ST_a ST_b ST_c T_d]);
%aturan625
ap625=min([ST_a ST_b ST_c ST_d]);
%perhitungan max
ge=max([ap1 ap2 ap3 ap6 ap11 ap26 ap27 ap31 ap51 ap126 ap191]);
gd=max([ap4 ap5 ap7 ap8 ap9 ap10 ap12 ap13 ap14 ap15 ap16 ap17 ap18
ap21 ap22 ap23 ap28 ap29 ap30 ap32 ap33 ap34 ap35 ap36 ap37 ap38 ap39
ap41 ap42 ap43 ap46 ap47 ap52 ap53 ap54 ap55 ap56 ap57 ap58 ap59 ap61
ap62 ap63 ap66 ap67 ap71 ap76 ap77 ap78 ap79 ap81 ap82 ap83 ap86 ap87
ap91 ap101 ap102 ap103 ap106 ap107 ap111 ap127 ap128 ap129 ap130
ap131 ap132 ap133 ap134 ap136 ap137 ap138 ap141 ap142 ap146 ap151
ap152 ap153 ap154 ap155 ap156 ap157 ap158 ap161 ap162 ap163 ap166
ap171 ap176 ap177 ap178 ap179 ap181 ap182 ap183 ap186 ap187 ap201
ap202 ap203 ap206 ap207 ap211 ap226 ap227 ap231 ap251 ap252 ap253
ap254 ap256 ap257 ap258 ap261 ap262 ap266 ap276 ap277 ap278 ap281
ap282 ap286 ap301 ap302 ap303 ap306 ap311 ap326 ap327 ap331 ap351
ap376 ap377 ap378 ap381 ap382 ap386 ap401 ap402 ap406 ap451 ap501
ap502 ap506 ap526]);

```

gc=max([ap19 ap20 ap24 ap25 ap40 ap44 ap45 ap48 ap49 ap50 ap60 ap64 ap65 ap68 ap69 ap70 ap72 ap73 ap74 ap75 ap80 ap84 ap85 ap88 ap89 ap90 ap92 ap93 ap94 ap95 ap96 ap97 ap98 ap99 ap104 ap105 ap108 ap109 ap110 ap112 ap113 ap114 ap115 ap116 ap117 ap118 ap119 ap121 ap122 ap123 ap135 ap139 ap140 ap143 ap144 ap145 ap147 ap148 ap149 ap150 ap159 ap160 ap164 ap165 ap167 ap168 ap169 ap170 ap172 ap173 ap174 ap175 ap180 ap184 ap185 ap188 ap189 ap190 ap192 ap193 ap194 ap195 ap196 ap197 ap198 ap199 ap204 ap205 ap208 ap209 ap210 ap212 ap213 ap214 ap215 ap216 ap217 ap218 ap219 ap221 ap222 ap223 ap228 ap229 ap230 ap232 ap233 ap234 ap235 ap236 ap237 ap238 ap239 ap241 ap242 ap243 ap246 ap247 ap255 ap259 ap260 ap263 ap264 ap265 ap267 ap268 ap269 ap270 ap271 ap272 ap273 ap274 ap279 ap280 ap283 ap284 ap285 ap287 ap288 ap289 ap290 ap291 ap292 ap293 ap294 ap296 ap297 ap298 ap304 ap305 ap307 ap308 ap309 ap310 ap312 ap313 ap314 ap315 ap316 ap317 ap318 ap321 ap322 ap323 ap328 ap329 ap330 ap332 ap333 ap334 ap335 ap336 ap337 ap338 ap339 ap341 ap342 ap343 ap346 ap347 ap352 ap353 ap354 ap355 ap356 ap357 ap358 ap359 ap361 ap362 ap363 ap366 ap367 ap371 ap379 ap380 ap383 ap384 ap385 ap387 ap388 ap389 ap390 ap391 ap392 ap393 ap394 ap396 ap397 ap398 ap403 ap404 ap405 ap407 ap408 ap409 ap410 ap411 ap412 ap413 ap414 ap416 ap417 ap418 ap421 ap422 ap427 ap428 ap429 ap430 ap431 ap432 ap433 ap434 ap436 ap437 ap438 ap441 ap442 ap446 ap452 ap453 ap454 ap456 ap457 ap458 ap461 ap462 ap463 ap466 ap471 ap476 ap477 ap478 ap479 ap481 ap482 ap483 ap486 ap487 ap491 ap503 ap504 ap505 ap507 ap508 ap509 ap510 ap511 ap512 ap513 ap514 ap516 ap517 ap518 ap521 ap522 ap527 ap528 ap529 ap530 ap531 ap532 ap533 ap534 ap536 ap537 ap538 ap541 ap542 ap546 ap551 ap552 ap553 ap554 ap556 ap557 ap558 ap561 ap562 ap566 ap576 ap577 ap578 ap581 ap582 ap586 ap601 ap602 ap603 ap606 ap611]);

gb=max([ap100 ap120 ap124 ap125 ap200 ap220 ap224 ap225 ap240 ap244 ap245 ap248 ap249 ap250 ap275 ap295 ap299 ap300 ap319 ap320 ap324 ap325 ap340 ap344 ap345 ap348 ap349 ap350 ap360 ap364 ap365 ap368 ap369 ap370 ap372 ap373 ap374 ap375 ap395 ap399 ap400 ap415 ap419 ap420 ap423 ap424 ap425 ap435 ap439 ap440 ap443 ap444 ap445 ap447 ap448 ap449 ap450 ap459 ap460 ap464 ap465 ap467 ap468 ap469 ap470 ap472 ap473 ap474 ap475 ap480 ap484 ap485 ap488 ap489 ap490 ap491 ap492 ap493 ap494 ap495 ap496 ap497 ap498 ap499 ap515 ap519 ap520 ap523 ap524 ap525 ap535 ap539 ap540 ap543 ap544 ap545 ap547 ap548 ap549 ap550 ap555 ap559 ap560 ap563 ap564 ap565 ap567 ap568 ap569 ap570 ap571 ap572 ap573 ap574 ap579 ap580 ap583 ap584 ap585 ap587 ap588 ap589 ap590 ap591 ap592 ap593 ap594 ap596 ap597 ap598 ap604 ap605 ap607 ap608 ap609 ap610 ap612 ap613 ap614 ap615 ap616 ap617 ap618 ap621 ap622 ap623]);

ga=max([ap500 ap575 ap595 ap599 ap600 ap619 ap620 ap624 ap625]);

```

%defuzzifikasi
atas=(ge*44)+(gd*55)+(gc*65)+(gb*75)+(ga*85);
bawah=sum(ge+gd+gc+gb+ga);
Y=atas/bawah;
if Y<50
    tingkat='E';
elseif Y>=50 && Y<60
    tingkat='D';
elseif Y>=60 && Y<70
    tingkat='C';
elseif Y>=70 && Y<80
    tingkat='B';
elseif Y>=80 && Y<=100
    tingkat='A';
else
    tingkat='kosong';
end
%menampilkan hasil nilai akhir semester beserta tingkatnya
set(handles.edit5,'String',Y);
set(handles.edit6,'String',tingkat);

```

Lampiran 6 Tampilan Program Menghitung Nilai MAPE



Lampiran 7 Script Perhitungan Nilai MAPE

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% input data aktual
a1=str2num(get(handles.edit5,'String'));
a2=str2num(get(handles.edit6,'String'));
a3=str2num(get(handles.edit7,'String'));
a4=str2num(get(handles.edit8,'String'));
a5=str2num(get(handles.edit9,'String'));
% input data prakiraan
b1=str2num(get(handles.edit11,'String'));
b2=str2num(get(handles.edit12,'String'));
b3=str2num(get(handles.edit13,'String'));
b4=str2num(get(handles.edit14,'String'));
b5=str2num(get(handles.edit15,'String'));
% perhitungan nilai MAPE
A1=abs((a1-b1)/a1);
A2=abs((a2-b2)/a2);
A3=abs((a3-b3)/a3);
A4=abs((a4-b4)/a4);
A5=abs((a5-b5)/a5);
An=A1+A2+A3+A4+A5;
MAPE=An*(100/5);
set(handles.edit16,'String',MAPE); %menampilkan hasil
```

Lampiran 8 Hasil *Running* Program Menghitung Nilai Akhir

Program Menghitung Nilai Akhir Semester Mahasiswa UIN Walisongo Semarang

Masukkan nilai [0-100]

Nilai Tugas Mandiri : 75

Nilai Tugas Terstruktur: 80

Nilai UTS : 75

Nilai UAS : 75

Derajat keanggotaan nilai tugas mandiri

Sangat rendah = 0.000

Rendah = 0.000

Sedang = 0.000

Tinggi = 1.000

Sangat tinggi = 0.000

Derajat keanggotaan nilai tugas terstruktur

Sangat rendah = 0.000

Rendah = 0.000

Sedang = 0.000

Tinggi = 0.500

Sangat tinggi = 0.500

Derajat keanggotaan nilai UTS

Sangat rendah = 0.000

Rendah = 0.000

Sedang = 0.000

Tinggi = 1.000
Sangat tinggi = 0.000

Derajat keanggotaan nilai UAS

Sangat rendah = 0.000
Rendah = 0.000
Sedang = 0.000
Tinggi = 1.000
Sangat tinggi = 0.000

Hasil berikut setelah diberlakukan aturan fuzzy metode Mamdani:

E= 0.0
D= 0.0
C= 0.0
B= 0.5
A= 0.0

Defuzzifikasi

$$Z = ((E*44)+(D*55)+(C*65)+(B*75)+(A*85))/$$
$$(\text{sum}(E+D+C+B+A))$$
$$Z = 37.5 / 0.5$$
$$Z = 75$$

Nilai akhir yang diperoleh 75 termasuk kategori B.

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Arif Rezky Aprilianto
2. Tempat & Tanggal Lahir : Surakarta, 3 April 1999
3. Alamat Rumah : Mojosongo RT 05 RW 08,
Surakarta, Jawa Tengah.
4. HP : 081215676706
5. E-mail : arifrezky2018@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. SD N Mojosongo 1 Surakarta (2006 - 2011)
 - b. SMP N 14 Surakarta (2012 - 2014)
 - c. SMA N 2 Surakarta (2015 - 2017)
 - d. UIN Walisongo Semarang (2019 – 2023)