ANALISIS SENSITIVITAS *FUZZY* TOPSIS TERHADAP FUNGSI KEANGGOTAAN SEGITIGA DAN GAUSSIAN PADA PEMILIHAN LOKASI PASAR

SKRIPSI

OLEH
PUTRI WAHYU CAHYANI
NIM. 210601110018

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2026

ANALISIS SENSITIVITAS *FUZZY* TOPSIS TERHADAP FUNGSI KEANGGOTAAN SEGITIGA DAN GAUSSIAN PADA PEMILIHAN LOKASI PASAR

SKRIPSI

Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S. Mat)

Oleh
Putri Wahyu Cahyani
NIM. 210601110018

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2026

ANALISIS SENSITIVITAS *FUZZY* TOPSIS TERHADAP FUNGSI KEANGGOTAAN SEGITIGA DAN GAUSSIAN PADA PEMILIHAN LOKASI PASAR

SKRIPSI

Oleh
Putri Wahyu Cahyani
NIM. 210601110018

Telah Disetujui untuk Diuji

Malang, 21 Mei 2026

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Prof. Dr. H. Turmudi M.Si., Ph.D.	Abdul Aziz, M.Si.
NIP. 19571005 198203 006	NIP. 19760318 200604 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Fachrur Rozi, M.Si.
NIP. 19800527 200801 1 012

ANALISIS SENSITIVITAS *FUZZY* TOPSIS TERHADAP FUNGSI KEANGGOTAAN SEGITIGA DAN GAUSSIAN PADA PEMILIHAN LOKASI PASAR

SKRIPSI

Oleh
Putri Wahyu Cahyani
NIM. 210601110018

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 15 Juni 2026

Ketua Penguji : Dr. Fachrur Rozi, M.Si. .....

Anggota Penguji 1 : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si. .....

Anggota Penguji 2 : Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D. .....

Anggota Penguji 3 : Abdul Aziz, M.Si. .....

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Fachrur Rozi, M.Si.
NIP. 19800527 200801 1 012

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Putri Wahyu Cahyani
NIM	:	210601110018
Program Studi	:	Matematika
Fakultas	:	Sains dan Teknologi
Judul Skripsi	:	Analisis Sensitivitas *Fuzzy* TOPSIS terhadap Fungsi Keanggotaan Segitiga dan Gaussian pada Pemilihan Lokasi Pasar.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar Pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 15 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan,

Putri Wahyu Cahyani
NIM. 210601110018

MOTO

Allah memang tidak menjanjikan hidupmu akan selalu mudah, tapi dua kali Allah berjanji bahwa: "*fa inna ma'al usri yusro*" yang artinya "setiap kesulitan pasti ada kemudahan"

(QS. Al-Insyirah 94:5-6)

"Tugas manusia hanya berjuang, bukan memaksakan hasil. Kita punya kendala tapi Allah punya kendali. Yakinlah jika Allah sudah ikut andil, maka tidak ada kata mustahil."

-Ustadz Hanan Attaki-

"Ketika kamu ikhlas menerima semua kekecewaan hidup, maka Allah akan membayar tuntas kekecewaanmu dengan beribu-ribu kebaikan"

-Ali Bin Abi Thalib-

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahiim

Tidak ada lembar yang paling berarti dan paling indah dalam skripsi ini kecuali lembar persembahan. Dengan mengucap Syukur Alhamdulillah sungguh sebuah perjuangan yang cukup panjang yang telah saya lalui untuk dapat menyelesaikan skripsi ini demi mendapatkan gelar yang sudah saya impikan dari lama. Rasa syukur dan bahagia yang saya rasakan ini akan saya persembahkan juga kepada orang-orang yang sangat berarti dalam proses perjalanan saya, karena berkat doa dan dukungan dari mereka saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Bapak Kariyono dan Ibu Wagini, kedua Orang tua saya yang hebat, dan tersayang, Terimakasih yang teramat besar sudah mendampingi saya hingga selesai kuliah dan bisa berada dititik ini. Terimakasih atas semua perjuangan dan pengorbanan tulus dalam mengusahakan perjalanan dan pencapaian hidup saya selama ini, dan terimakasih juga sudah melangitkan begitu banyak doa-doa baik untuk saya dalam menyelesaikan perkuliahan ini hingga selesai. Pak, Bu, hiduplah lebih lama lagi, (Aamiin), karya tulis dan gelar ini Putri persembahkan untuk bapak dan ibu. Dan semoga karya sederhana ini bisa menjadi wujud bakti dan kebanggaan bagi kalian.
2. Kakak Warsito Adi Susanto dan Kakak Dwi Prasetyo, kepada kakak-kakak penulis tercinta, terima kasih atas segala doa, dukungan, kasih sayang, dan semangat yang tiada henti diberikan kepada penulis. Perjalanan menyelesaikan skripsi ini bukanlah hal yang mudah, namun dukungan kalian menjadi kekuatan besar bagi penulis untuk terus melangkah. Sebagai orang pertama dalam keluarga yang diberi kesempatan meraih gelar sarjana, pencapaian ini penulis persembahkan untuk keluarga tercinta, khususnya kakak-kakak penulis, sebagai wujud rasa syukur, kebanggaan, dan terima kasih atas segala pengorbanan serta kepercayaan yang telah diberikan
3. Dan yang terakhir untuk diriku sendiri, Putri Wahyu Cahyani. Terima kasih sudah bertahan dan melangkah sejauh ini. Di tengah tekanan, keraguan, dan berbagai ujian yang hadir. Aku memilih untuk tetap berdiri dan menyelesaikan

apa yang telah dimulai, walau langkah tak secepat yang lain, aku tetap berusaha melakukan yang terbaik dan percaya bahwa skripsi yang baik adalah skripsi yang selesai. Pencapaian ini bukan hanya tentang menyelesaikan sebuah karya, tetapi tentang keberanian untuk terus berjalan meski keadaan tidak selalu mudah.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Sensitivitas *Fuzzy* TOPSIS terhadap Fungsi Keanggotaan Segitiga dan Gaussian pada Pemilihan Lokasi Pasar" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., CAHRM., CRMP., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrur Rozi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus Ketua Penguji dalam Ujian Skripsi, yang telah memberikan banyak saran, masukan, serta arahan yang sangat bermanfaat bagi penyempurnaan skripsi ini.
4. Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, kesabaran, dan arahan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga ilmu yang Bapak bagikan menjadi amal jariyah dan senantiasa bermanfaat.
5. Abdul Aziz, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, arahan, serta masukan yang berharga dalam proses penyelesaian skripsi ini. Semoga segala ilmu yang Bapak berikan menjadi pahala dunia dan akhirat.
6. Mohammad Nafie Jauhari, M.Si., selaku Anggota Penguji I dalam Ujian Skripsi, atas kritik, saran dan bimbingan yang telah membantu penulis dalam memperbaiki dan menyempurnakan hasil penelitian ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

8. Cinta pertama saya, bapak Kariyono dan pintu surgaku, ibu Wagini. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun dengan kerja keras, segala dukungan, semangat, perhatian, dan selalu memberikan seluruh do'a di setiap sujudnya sehingga putrinya dapat menyelesaikan program studinya sampai selesai dan lancar di setiap langkahnya.
9. Saudara kandung penulis, Warsito Adi Susanto, Dwi Prasetyo, dan saudara ipar Siti Sofia dan Wahyunanik. Terimakasih atas segala do'a, motivasi dan support yang telah diberikan kepada saya dalam proses penyelesaian program studi.
10. Sahabat Camp Ground: Salsa, Bedy, Azizah, Iklil, Nisa' dan Azam. Terimakasih atas segala bentuk perhatian, motivasi, do'a-do'anya dan menjadi pendengar terbaik bagi penulis ketika berkeluh kesah.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materil
12. Seluruh mahasiswa angkatan 2021 dan teman teman penulis atas kebersamaan, dukungan, serta motivasi yang telah diberikan selama masa studi ini. Kehadiran dan semangat kalian menjadi bagian penting dalam perjalanan ini. Semoga kebersamaan ini terus terjalin dan membawa manfaat bagi kita semua.

Semoga Allah Swt melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Akhirnya penulis berharap semoga dengan rahmat dan izin-Nya mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 15 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGAJUAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **v**
MOTO ..... **vi**
PERSEMBAHAN ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
DAFTAR SIMBOL ..... **xvi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvii**
ABSTRAK ..... **xviii**
ABSTRACT ..... **xix**
مستخلص البحث ..... **xx**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Masalah 7
BAB II KAJIAN TEORI **8**
2.1 Teori Pendukung 8
2.1.1 *Fuzzy* 8
2.1.2 TOPSIS 12
2.1.3 *Fuzzy* TOPSIS 14
2.2 Analisis Sensivitas 19
2.3 Sistem Pendukung Keputusan 21
2.4 Lokasi Strategis 22
2.5 Kota Batu 23
2.6 Pasar 25
2.7 Kajian Integrasi Topik dengan Al-Qur'an dan Hadits 26
BAB III METODE PENELITIAN **29**
3.1 Pendekatan Penelitian 29
3.2 Jenis dan Sumber Data 29
3.3 Teknis Analisis Data 30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **33**
4.1 Deskripsi Data 33
4.1.1 Data Luas Wilayah 33
4.1.2 Data Jumlah Penduduk 33
4.1.3 Data Jarak Tempuh 33
4.2 Alternatif dan Kriteria 34
4.3 Perhitungan *Fuzzy* (Segitiga) 37
4.4 Tahapan Perhitungan Metode TOPSIS (Segitiga) 46

4.5 Perhitungan *Fuzzy* Parameter Gaussian 54
4.6 Tahapan Perhitungan Metode TOPSIS (Gaussian) 61
4.7 Analisis perbandingan Hasil Fungsi Keanggotaan Segitiga dan Gaussian 66
4.8 Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam 68
BAB V PENUTUP 72
5.1 Kesimpulan 72
5.2 Saran 72
DAFTAR PUSTAKA 74
LAMPIRAN 77
RIWAYAT HIDUP 88

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Luas Wilayah Kecamatan Junrejo 33
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk di Kecamatan Junrejo tahun 2024..... 33
Tabel 4.3 Jarak Tempuh 33
Tabel 4.4 Kode Alternatif..... 34
Tabel 4.5 Kode Kriteria..... 35
Tabel 4.6 Bobot Kriteria..... 36
Tabel 4.7 Alternatif dan Kriteria 36
Tabel 4.8 Bilangan Fuzzy dan Variabel Linguistik 37
Tabel 4.9 Interval Linguistik C1 38
Tabel 4.10 Interval Linguistik C2 38
Tabel 4.11 Interval Linguistik C3 38
Tabel 4.12 Rating Linguistik dari Setiap Alternatif 39
Tabel 4.13 Nilai Bilangan Fuzzy..... 40
Tabel 4.14 Bilangan Fuzzy Tiap Kriteria 40
Tabel 4.15 Nilai Defuzzifikasi 40
Tabel 4.16 Nilai Bobot Ternormalisasi 41
Tabel 4.17 Rating Kecocokan untuk C1 42
Tabel 4.18 Rating Kecocokan untuk C2 43
Tabel 4.19 Rating Kecocokan untuk C3 43
Tabel 4.20 Nilai Fuzzy dan defuzzifikasi untuk C1 44
Tabel 4.21 Nilai Fuzzy dan Defuzzifikasi untuk C2 44
Tabel 4.22 Nilai Fuzzy dan Defuzzifikasi untuk C3 45
Tabel 4.23 Nilai Defuzzifikasi dari Setiap Kriteria untuk Semua Alternatif ... 46
Tabel 4.24 Matriks Ternormalisasi..... 47
Tabel 4.25 Matriks Ternormalisasi Terbobot 48
Tabel 4.26 Atribut dari Setiap Kriteria..... 50
Tabel 4.27 Solusi Ideal Positif dan Negatif..... 50
Tabel 4.28 Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif 52
Tabel 4.29 Nilai Preferensi Setiap Alternatif 52
Tabel 4.30 Perangkingan..... 53
Tabel 4.31 Parameter Luas Wilayah..... 55
Tabel 4.32 Parameter Jumlah Penduduk 55
Tabel 4.33 Parameter Jarak Tempuh 55
Tabel 4.34 Nilai Keanggotaan Fuzzy Gauss Luas Wilayah (C1)..... 56
Tabel 4.35 Nilai Keanggotaan Fuzzy Gauss Jumlah Penduduk (C2) 57
Tabel 4.36 Nilai Keanggotaan Fuzzy Gauss Jarak Tempuh (C3) 57
Tabel 4.37 Nilai Max-Membership Kriteria C1 58
Tabel 4.38 Nilai Max-Membership Kriteria C2 59
Tabel 4.39 Nilai Max-Membership Kriteria C3 59
Tabel 4.40 Matriks Fuzzy Max-Membership..... 60
Tabel 4.41 Matriks Ternormalisasi..... 62
Tabel 4.42 Matriks Ternormalisasi Terbobot 63
Tabel 4.43 Atribut dari Setiap Kriteria..... 63
Tabel 4.44 Solusi Ideal Positif dan Negatif..... 63
Tabel 4.45 Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif 64

Tabel 4.46 Nilai Preferensi Setiap Alternatif 65
Tabel 4.47 Perangkingan 65
Tabel 4.48 Analisis Perbandingan Rangking 66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Segitiga..... 11
Gambar 2.2 Kurva Gaussian 12
Gambar 2.3 Peta Kota Batu..... 23
Gambar 2.4 Peta Kec. Junrejo..... 24

DAFTAR SIMBOL

A_i : Alternatif ke-i
C_j : Kriteria ke-j
X : Matriks Keputusan
x_{ij} : Nilai alternatif ke-i terhadap kriteria ke-j
r_{ij} : Elemen matriks keputusan ternormalisasi
v_{ij} : Elemen matriks ternormalisasi terbobot
w_j : Bobot preferensi atau bobot kriteria ke-j
e_j : Nilai defuzzifikasi kriteria ke-j
A^+ : Solusi ideal positif
A^- : Solusi ideal negatif
D_i^+ : Jarak alternatif ke-i terhadap solusi ideal positif
D_i^- : Jarak alternatif ke-i terhadap solusi ideal negatif
v_i : Nilai preferensi alternatif ke-i
m : Banyak alternatif
n : Banyak kriteria
i : Indeks alternatif (i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)
j : Indeks kriteria (j = 1, 2, 3)
r : Matriks ternormalisasi
V : Matriks ternormalisasi terbobot
d : Nilai defuzzifikasi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Fuzzy TOPSIS Segitiga 77
Lampiran 2 Fuzzy TOPSIS Gaussian..... 81

ABSTRAK

Cahyani, Putri Wahyu. 2026. **Analisis Sensitivitas *Fuzzy* TOPSIS terhadap Fungsi Keanggotaan Segitiga dan Gaussian pada Pemilihan Lokasi Pasar**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph. D. (II) Abdul Aziz, M.Si.

Kata Kunci : Analisis Sensitivitas, *Fuzzy* TOPSIS, Fungsi Keanggotaan Segitiga, Fungsi Keanggotaan Gaussian, Lokasi Pasar Strategis.

Penelitian ini membahas analisis sensitivitas metode *Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (*Fuzzy TOPSIS*) terhadap penggunaan fungsi keanggotaan Segitiga dan Gaussian pada pemilihan lokasi pasar strategis di Kecamatan Junrejo Kota Batu. Kriteria yang digunakan meliputi luas wilayah, jumlah penduduk, dan jarak tempuh dengan tujuh alternatif desa. Proses analisis dilakukan menggunakan metode *Fuzzy TOPSIS* dengan dua fungsi keanggotaan yang berbeda, kemudian dibandingkan berdasarkan nilai preferensi dan hasil peringkat yang diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi keanggotaan Segitiga menghasilkan alternatif terbaik A6 dengan nilai preferensi 0,53, sedangkan fungsi keanggotaan Gaussian menghasilkan alternatif terbaik A2 dengan nilai preferensi 1,00. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa 71,43% alternatif mengalami perubahan peringkat dengan rata-rata perubahan ranking sebesar 1,71 tingkat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode *Fuzzy TOPSIS* cukup sensitif terhadap penggunaan fungsi keanggotaan yang berbeda sehingga memengaruhi hasil rekomendasi lokasi pasar strategis.

ABSTRACT

Cahyani, Putri Wahyu. 2026. **Sensitivity Analysis of Fuzzy TOPSIS to Triangular and Gaussian Membership Functions in the Selection of Strategic Market Locations**. Undergraduate Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Advisors: (I) Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph. D. (II) Abdul Aziz, M.Si.

Keywords: Sensitivity Analysis, Fuzzy TOPSIS, Triangular Membership Function, Gaussian Membership Function, Strategic Market Location.

This study analyzes the sensitivity of the Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Fuzzy TOPSIS) method to the use of Triangular and Gaussian membership functions in selecting strategic market locations in Junrejo District, Batu City. The criteria used in this study include area size, population, and travel distance, with seven villages as the alternatives. The analysis was conducted using the Fuzzy TOPSIS method with two different membership functions and then compared based on the preference values and ranking results obtained. The results show that the Triangular membership function produced A6 as the best alternative with a preference value of 0.53, while the Gaussian membership function produced A2 as the best alternative with a preference value of 1.00. The sensitivity analysis revealed that 71,43% of the alternatives experienced ranking changes, with an average ranking change of 1.71 levels. These findings indicate that the Fuzzy TOPSIS method is sufficiently sensitive to the use of different membership functions, which affects the final recommendations for strategic market location selection.

مستخلص البحث

جاهياني,بوتري واهيو . ٢٠٢٦ .تحليل حساسية طريقة فازي توبسيس تجاه استخدام دالتي العضوية المثلثية والغاوسية في اختيار المواقع الاستراتيجية للأسواق في منطقة جونريجو بمدينة باتو.البحث العلمي قسم الرياضيات, كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية,مالانج
المشرف : (**١**) الأستاذ الدكتور الحاج تورمودي، المجستير في العلوم (**٢**) عبد العزيز، الماجستير في العلوم.

الكلماتالأساسية : تحليل الحساسية، فازي توبسيس، دالة العضوية المثلثية، دالة العضوية الغاوسية، الموقع الاستراتيجي للسوق.

تناقش هذه الدراسة تحليل حساسية *تقنية الضبابية لتفضيل الترتيب من خلال التشابه مع طريقة الحل المثالي* (*Fuzzy TOPSIS*) حول استخدام دوال العضوية المثلثة وغاوسية في اختيار المواقع الاستراتيجية للأسواق في منطقة جونريجو، مدينة باتو. تشمل المعايير المستخدمة مساحة المنطقة، وعدد السكان، والمسافة المقطوعة مع سبع بدائل للقرى. تم إجراء عملية التحليل باستخدام طريقة *Fuzzy TOPSIS* مع دالتين عضوية مختلفتين، ثم تمت المقارنة بناء على قيمة التفضيل ونتائج الترتيب التي تم الحصول عليها. أظهرت النتائج أن دالة العضوية المثلثية أدت إلى أفضل بديل A6 بقيمة تفضيل ٠,٥٣، بينما أنتجت دالة العضوية الغاوسية أفضل بديل A2 بقيمة تفضيل ١,٠٠. أظهر تحليل الحساسية أن ٧١,٤٣ من البدائل شهدت تغيرا في الترتيب بمتوسط تغير في الترتيب بلغ ١,٧١ مستوى. تظهر هذه النتائج أن طريقة *Fuzzy TOPSIS* حساسة جدا لاستخدام وظائف العضوية المختلفة بحيث تؤثر على نتائج توصيات الموقع الاستراتيجي للسوق.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengambilan keputusan merupakan proses penting dalam berbagai bidang kehidupan, baik pada tingkat individu, organisasi, maupun pemerintahan. Dalam praktiknya, pengambilan keputusan sering melibatkan banyak kriteria yang saling berkaitan dan mengandung ketidakpastian sehingga menyulitkan proses penentuan alternatif terbaik. Ketidakpastian tersebut dapat muncul akibat keterbatasan data, subjektivitas penilaian, maupun adanya faktor-faktor yang sulit diukur secara pasti. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mengakomodasi ketidakpastian dan membantu menghasilkan keputusan yang lebih objektif serta dapat dipertanggungjawabkan (Saelan, 2009).

Salah satu pendekatan matematis yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ketidakpastian adalah logika *fuzzy*. Teori *fuzzy* diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 memungkinkan suatu nilai memiliki derajat keanggotaan pada rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika klasik yang hanya mengenal nilai benar dan salah, logika *fuzzy* mampu merepresentasikan konsep linguistik seperti rendah, sedang, dan tinggi ke dalam bentuk matematis. Kemampuan tersebut menjadikan logika *fuzzy* banyak digunakan dalam berbagai permasalahan pengambilan keputusan yang melibatkan ketidakpastian dan subjektivitas (Widaningrum, 2015). Hal ini menjadikan logika *fuzzy* sebagai alat yang efektif dalam merepresentasikan ketidakpastian dan subjektivitas dalam proses pengambilan keputusan.

Dalam perkembangannya, logika *fuzzy* sering dikombinasikan dengan metode pengambilan keputusan multikriteria. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*). Metode TOPSIS, yang diperkenalkan oleh Hwang dan Yoon pada tahun 1981, dengan konsep dasar bahwa alternatif terbaik adalah alternatif yang memiliki jarak terdekat terhadap solusi ideal positif dan jarak terjauh terhadap solusi ideal negatif. Integrasi antara logika *fuzzy* dan TOPSIS menghasilkan metode *fuzzy* TOPSIS yang mampu menangani ketidakpastian data sekaligus memberikan hasil pemeringkatan alternatif secara sistematis dan terukur (Sun, 2010).

Keberhasilan metode *fuzzy* TOPSIS tidak hanya dipengaruhi oleh data dan bobot kriteria yang digunakan, tetapi juga dipengaruhi oleh fungsi keanggotaan yang digunakan dalam proses fuzzifikasi. Fungsi keanggotaan berperan dalam mengubah data atau penilaian linguistik menjadi bilangan *fuzzy* yang selanjutnya digunakan dalam proses perhitungan. Oleh karena itu, pemilihan fungsi keanggotaan menjadi salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi hasil akhir pengambilan keputusan (Sukerti, 2015).

Berbagai jenis fungsi keanggotaan dapat digunakan dalam logika *fuzzy*, di antaranya fungsi keanggotaan Segitiga (*Triangular Membership Function*) dan fungsi keanggotaan Gaussian (*Gaussian Membership Function*). Fungsi Segitiga memiliki bentuk sederhana dan banyak digunakan karena mudah diterapkan serta memiliki proses komputasi yang relatif sederhana. Sementara itu, fungsi *gaussian* memiliki bentuk kurva yang lebih halus dan kontinu sehingga dianggap mampu merepresentasikan ketidakpastian data secara lebih fleksibel. Perbedaan

karakteristik kedua fungsi tersebut menyebabkan nilai keanggotaan yang dihasilkan dapat berbeda meskipun menggunakan data masukan yang sama (Sukerti, 2015).

Perbedaan nilai keanggotaan tersebut berpotensi memengaruhi seluruh tahapan perhitungan pada metode *fuzzy* TOPSIS, mulai dari pembentukan bilangan *fuzzy*, normalisasi, pembobotan, hingga perhitungan nilai preferensi akhir. Akibatnya, hasil rekomendasi dan peringkat alternatif yang dihasilkan juga dapat mengalami perubahan. Kondisi ini menunjukkan bahwa fungsi keanggotaan memiliki pengaruh terhadap hasil pengambilan keputusan sehingga perlu dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui sejauh mana perubahan fungsi keanggotaan memengaruhi hasil rekomendasi yang dihasilkan (Todaro & Smith, 2020).

Analisis sensitivitas merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mengukur tingkat perubahan keluaran suatu model akibat perubahan parameter tertentu yang digunakan dalam proses perhitungan. Dalam konteks *fuzzy* TOPSIS, analisis sensitivitas dapat digunakan untuk mengetahui stabilitas hasil rekomendasi ketika fungsi keanggotaan yang digunakan mengalami perubahan. Apabila hasil yang diperoleh relatif sama, maka metode dapat dikatakan stabil. Sebaliknya, apabila terjadi perubahan yang signifikan pada nilai preferensi maupun peringkat alternatif, maka fungsi keanggotaan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap hasil keputusan (Paradowski dkk., 2024).

Permasalahan tersebut menjadi penting ketika diterapkan pada pemilihan lokasi pasar strategis. Pasar merupakan salah satu pusat kegiatan ekonomi masyarakat yang berperan dalam distribusi barang dan jasa, penyediaan kebutuhan masyarakat, serta peningkatan aktivitas ekonomi daerah. Penentuan lokasi pasar yang tepat memerlukan pertimbangan terhadap berbagai kriteria seperti luas

wilayah, jumlah penduduk, kepadatan penduduk, dan jarak tempuh. Kecamatan Junrejo sebagai salah satu wilayah berkembang di Kota Batu memiliki karakteristik wilayah yang beragam sehingga diperlukan metode yang mampu membantu proses pengambilan keputusan secara objektif dan terukur (Budisusila & Handoko, 2023).

Pengambilan keputusan yang berkaitan dengan kepentingan masyarakat harus dilakukan secara bijaksana dan berdasarkan pertimbangan yang matang, hal ini telah diatur dalam syariat islam yang dapat dilihat pada firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat QS. Ali 'Imron ayat 159 yang artinya:

"*Maka, berkat rahmat Allah engkau (Nabi Muhammad) berlaku lemah lembut terhadap mereka. Seandainya engkau bersikap keras dan berhati kasar, tentulah mereka akan menjauh dari sekitarmu. Oleh karena itu, maafkanlah mereka, mohonkanlah ampunan untuk mereka, dan bermusyawarahlah dengan mereka dalam segala urusan (penting). Kemudian, apabila engkau telah membulatkan tekad, bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah mencintai orang-orang yang bertawakal*." (Kemenag, 2025a)

Sebagaimana dijelaskan dalam QS. Ali 'Imran ayat 159, Allah SWT memerintahkan agar setiap keputusan penting diambil melalui proses musyawarah. Hal ini menjadi dasar nilai dalam pengambilan keputusan strategis, termasuk dalam penentuan lokasi pasar yang berdampak pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat.

Metode *fuzzy* TOPSIS digunakan sebagai bentuk musyawarah modern berbasis ilmiah. Metode ini memungkinkan pengambilan keputusan dilakukan secara objektif dan sistematis, dengan mempertimbangkan berbagai kriteria seperti aksesibilitas, luas lahan, dan dampak lingkungan. Pendekatan ini mencerminkan upaya maksimal (ikhtiar) dalam mencapai keputusan yang adil dan bermanfaat. Setelah proses analisis dilakukan, keputusan akhir diserahkan kepada Allah SWT melalui prinsip tawakal. Dengan demikian, penggunaan metode ilmiah seperti *fuzzy*

TOPSIS tidak bertentangan dengan nilai-nilai islam, melainkan mendukung penerapan prinsip musyawarah, keadilan, dan tanggung jawab sosial dalam pengambilan keputusan strategis.

Dengan menerapkan metode *fuzzy* TOPSIS, diharapkan dapat dihasilkan keputusan yang lebih baik dan mendukung pengembangan ekonomi daerah secara keseluruhan. Metode ini dapat memberikan analisis yang mendalam dan komprehensif terhadap berbagai kriteria yang mempengaruhi penentuan lokasi pasar. Selain itu, metode ini juga dapat meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam proses pengambilan keputusan (Widaningrum, 2015).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai Analisis Sensitivitas *fuzzy* TOPSIS terhadap Fungsi Keanggotaan Segitiga dan Gaussian pada Pemilihan Lokasi Pasar perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan fungsi keanggotaan Segitiga dan Gaussian terhadap hasil rekomendasi *fuzzy* TOPSIS serta mengetahui tingkat sensitivitas nilai preferensi dan peringkat alternatif yang dihasilkan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pengambilan keputusan berbasis *fuzzy* serta menjadi referensi dalam pemilihan fungsi keanggotaan yang sesuai pada penelitian selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana sensitivitas hasil rekomendasi *fuzzy* TOPSIS terhadap fungsi keanggotaan segitiga dan *gaussian* pada pemilihan lokasi pasar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka diperoleh tujuan penelitian yaitu untuk menganalisis sensitivitas hasil rekomendasi *fuzzy* TOPSIS terhadap penggunaan fungsi keanggotaan segitiga dan *gaussian* dalam pemilihan lokasi pasar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian berdasarkan tujuan penelitian maka manfaat penelitian ini dapat dikelompokkan berdasarkan kepentingan beberapa pihak, yaitu:

1. Bagi penulis

   Penelitian ini merupakan sarana untuk mengaplikasikan dan mengembangkan *fuzzy* TOPSIS terhadap penggunaan fungsi keanggotaan segitiga dan *gaussian* yang selama ini menjadi bidang minat yang dipelajari.

2. Bagi pembaca

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan wawasan ilmiah kepada pembaca maupun Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah (Bappelitbangda) Kota Batu untuk menganalisis sensitivitas hasil rekomendasi *fuzzy* TOPSIS terhadap penggunaan fungsi keanggotaan segitiga dan *gaussian* dalam pemilihan lokasi pasar di Kecamatan Junrejo, Kota Batu secara objektif dan terukur. Sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan.

1.5 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah (Bappelitbangda) Kota Batu tahun 2024, meliputi luas wilayah, jumlah penduduk, dan jarak tempuh di Kecamatan Junrejo.
2. Alternatif yang dipertimbangkan adalah seluruh desa yang berada di Kecamatan Junrejo, yaitu Desa Torongrejo, Junrejo, Beji, Tlekung, Mojorejo, Pendem, dan Dadaprejo.
3. Kriteria pemilihan lokasi pasar strategis dibatasi pada aspek luas wilayah, jumlah penduduk, dan jarak tempuh.
4. Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan dalam fuzzifikasi dibatasi pada dua bentuk, yaitu: fungsi keanggotaan segitiga dan gaussian.
5. Bobot kriteria ditetapkan berdasarkan tingkat kepentingan relatif terhadap tujuan penelitian, yaitu jumlah penduduk sebesar 0,25, jarak tempuh sebesar 0,40, dan luas wilayah sebesar 0,35.
6. Analisis sensitivitas dilakukan berdasarkan perubahan nilai preferensi dan perubahan peringkat alternatif yang dihasilkan oleh kedua fungsi keanggotaan.
7. Penelitian ini hanya difokuskan pada pasar tradisional di wilayah Kecamatan Junrejo, Kota Batu, dan tidak membahas pasar modern, supermarket, atau pusat perbelanjaan lain.
8. Penelitian tidak membahas aspek biaya pembangunan pasar, aspek sosial, maupun aspek kebijakan pemerintah secara mendalam.

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

Pada subab ini akan diuraikan teori-teori yang mendasari serta mendukung penelitian yang dilakukan.

2.1.1 *Fuzzy*

Teori himpunan *fuzzy* memiliki dasar matematis yang mampu merepresentasikan ketidakpastian dan kebenaran yang bersifat parsial. Salah satu komponen utama dalam teori ini adalah fungsi keanggotaan, yang menggambarkan tingkat kedekatan suatu objek terhadap atribut tertentu (Sukerti, 2015). Fungsi keanggotaan ditunjukkan melalui variabel linguistik yang merepresentasikan situasi kompleks. Variabel linguistik ini, yang disebut sebagai bobot, dapat dinilai berdasarkan beberapa kategori seperti sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Fuzzy merupakan suatu metode yang menggunakan himpunan dengan nilai keanggotaan berada dalam interval [0,1], yang berarti nilainya tidak terbatas pada 0 dan 1 saja, tetapi mencakup seluruh nilai di antaranya. Logika *fuzzy* memanfaatkan variabel yang bersifat linguistik dan tidak berbentuk numerik, yang kemudian dipetakan ke dalam rentang nilai tertentu secara tepat (Widaningrum, 2015).

1. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel linguistik yang digunakan untuk merepresentasikan data yang tidak dapat diukur secara langsung. Salah satu aspek atau faktor yang akan dibahas dalam sistem *fuzzy,* misalnya luas wilayah, jumlah penduduk, kepadatan penduduk dan jarak tempuh. Dalam penelitian ini, nilai bobot digunakan untuk menilai setiap kriteria yang selanjutnya akan diproses dalam perhitungan menggunakan metode TOPSIS. Peneliti menggunakan bilangan *fuzzy* triangular dan bilangan *fuzzy* gaussian dalam menentukan bobot tersebut.

2. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah himpunan yang setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan tertentu. Konsep ini digunakan untuk membantu menentukan nilai-nilai yang bersifat tidak pasti dalam upaya pemecahan suatu permasalahan. Himpunan *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh L.A. Zadeh pada tahun 1965 (Davvaz dkk., 2021).

Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengelompokkan nilai-nilai dalam suatu variabel *fuzzy*. Dalam proses pengelompokannya, himpunan *fuzzy* memanfaatkan variabel linguistik. Sebagai contoh, pada variabel nilai terdapat himpunan *fuzzy* seperti cukup, baik, dan sangat baik. Dalam himpunan *fuzzy* tersebut terdapat dua kemungkinan (Davvaz dkk., 2021):

a. Pertama, nilai keanggotaan bernilai 1 jika suatu elemen merupakan anggota dari suatu himpunan, misalnya X adalah sebuah himpunan yang di dalamnya terdapat elemen x sebagai anggota himpunannya ($x \in X$).

b. Kedua, nilai keanggotaan bernilai nol jika elemen tersebut bukan merupakan anggota dari himpunan tersebut, yang berarti himpunan tersebut tidak memiliki elemen tersebut sebagai anggota. Berdasarkan dua kemungkinan tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai keanggotaan pada himpunan *fuzzy* berada dalam rentang antara 0 dan 1.

3. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

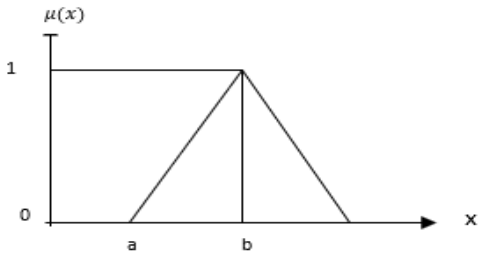
Fungsi keanggotaan merupakan elemen penting dalam sistem logika *fuzzy* yang berfungsi untuk menggambarkan hubungan antara nilai input dan derajat keanggotaannya dalam suatu himpunan *fuzzy.* Fungsi ini menentukan seberapa besar suatu nilai termasuk dalam kategori linguistik tertentu, misalnya “sangat rendah”, “rendah”, “sedang”, atau “tinggi”, “sangat tinggi”. Dengan kata lain, fungsi keanggotaan berperan dalam mengonversi data kuantitatif menjadi nilai *fuzzy* agar dapat diolah lebih lanjut dalam proses inferensi *fuzzy* (Wardani dkk., 2017).

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis fungsi keanggotaan, yaitu fungsi segitiga (*Triangular Membership Function*) dan fungsi gaussian (*Gaussian Membership Function*). Kedua fungsi ini dipilih karena memiliki karakteristik yang sederhana namun mampu merepresentasikan data dengan baik sesuai kebutuhan penelitian.

a. Fungsi Segitiga (*Triangular Membership Function*)

Fungsi ini memiliki bentuk seperti segitiga dan didefinisikan oleh tiga parameter utama, yaitu a, b, dan c. Parameter *a* menunjukkan batas bawah, *b* merupakan nilai tengah (dimana keanggotaan bernilai maksimum 1), dan *c* merupakan batas atas. Fungsi segitiga sering

digunakan karena mudah dipahami dan diimplementasikan, serta cocok untuk data yang memiliki pola kenaikan dan penurunan yang linier. Data yang disajikan dalam bentuk kurva segitiga umumnya merupakan data yang bersifat dapat diprediksi. Adapun bentuk kurva segitiga dapat digambarkan sebagai berikut:



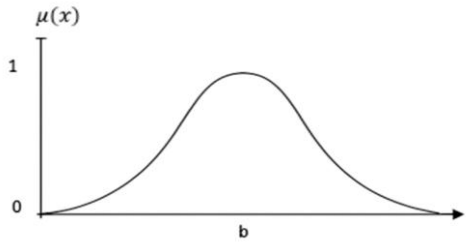
Gambar 2.1 Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, x \leq a \; atau \; x \geq c \\ \dfrac{(x-a)}{(b-a)}, a \leq x \leq b \\ \dfrac{(c-x)}{(c-b)}, b \leq x \leq c \end{cases} \qquad 2.1$$

b. Fungsi Gaussian (*Gaussian Membership Function*)

Fungsi gaussian memiliki bentuk kurva lonceng yang halus dan simetris, ditentukan oleh dua parameter yaitu c (titik pusat) dan σ (simpangan baku). Fungsi ini menggambarkan bahwa nilai yang mendekati pusat memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi, sedangkan nilai yang jauh dari pusat memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah. Fungsi gaussian sangat cocok untuk data yang memiliki distribusi alami atau kontinu. Adapun bentuk kurva *gaussian* dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kurva Gaussian

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad 2.2$$

2.1.2 *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS)

TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) adalah metode pengambilan keputusan multikriteria yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik dari sejumlah pilihan. Metode ini bekerja dengan cara menghitung jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif (solusi terbaik) dan solusi ideal negatif (solusi terburuk). Alternatif yang dipilih merupakan alternatif yang memiliki jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif, sehingga mempertimbangkan kedua aspek secara seimbang dalam proses pengambilan keputusan (Muzakkir, 2017). TOPSIS menentukan seberapa dekat suatu alternatif dengan solusi ideal, lalu menyusun peringkat alternatif tersebut berdasarkan nilai kedekatannya secara relatif terhadap solusi ideal.

Metode TOPSIS adalah metode yang mempertimbangkan jarak antara setiap alternatif dengan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, sehingga memungkinkan pemilihan alternatif terbaik berdasarkan alternatif yang memiliki

jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif (Surya, 2018).

Metode TOPSIS menggunakan perhitungan jarak Euclidean untuk menilai kedekatan relatif suatu alternatif. Jarak ini diukur antara solusi ideal positif, yang mewakili nilai terbaik, dan solusi ideal negatif, yang menggambarkan nilai terburuk dari suatu atribut (Wibowo & Nisaa, 2020). TOPSIS merupakan metode yang mampu mengukur kinerja relatif dari setiap alternatif dengan konsep yang sederhana dan mudah dipahami. Selain itu, TOPSIS juga dikenal memiliki efisiensi komputasi yang baik, sehingga efektif digunakan dalam proses pengambilan keputusan multikriteria (Sun, 2010).

TOPSIS adalah metode sistem pendukung keputusan yang dapat digunakan untuk memilih keputusan terbaik dari sejumlah alternatif yang tersedia. Metode ini memiliki konsep yang sederhana dan efektif, sehingga dapat membantu memperoleh keputusan secara optimal (Fitriana dkk., 2015).

Menurut Deni Wahyudi (2024) secara umum prosedur perhitungan menggunakan metode TOPSIS adalah:

1. Menentukan matriks keputusan ternormalisasi
2. Menentukan matriks keputusan normalisasi terbobot
3. Menentukan matriks solusi ideal positif dan negatif
4. Menentukan jarak dari solusi ideal positif dan negatif
5. Menentukan nilai preferensi dari setiap alternatif

2.1.3 *Fuzzy Technique for Orderpreference by Similarity to Ideal Solution*

Metode *Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (*Fuzzy* TOPSIS) merupakan pengembangan dari metode TOPSIS yang dikombinasikan dengan teori logika *fuzzy*. Metode ini dikembangkan untuk mengatasi kelemahan TOPSIS dalam menangani ketidakpastian, ambiguitas, dan subjektivitas penilaian manusia terhadap suatu alternatif keputusan (Sun, 2010). Dalam kondisi nyata, sering kali data atau penilaian yang diberikan oleh pengambil keputusan bersifat linguistik dan tidak dapat dinyatakan secara pasti dalam bentuk angka. Oleh karena itu, pendekatan *fuzzy* digunakan untuk merepresentasikan data linguistik menjadi bilangan *fuzzy* sehingga proses perhitungan menjadi lebih realistis dan mendekati kondisi sebenarnya.

Secara konseptual, prinsip *fuzzy* TOPSIS sama dengan TOPSIS, yaitu alternatif terbaik adalah yang memiliki jarak terpendek terhadap solusi ideal positif dan jarak terpanjang terhadap solusi ideal negatif. Namun, dalam *fuzzy* TOPSIS, seluruh data masukan seperti bobot kriteria dan nilai alternatif dinyatakan dalam bentuk bilangan *fuzzy* segitiga (*Triangular Fuzzy Number*) dan *fuzzy* gaussian (*Gaussian Membership Function*) agar dapat menangkap ketidakpastian dalam penilaian. Setiap bilangan *fuzzy* kemudian dinormalisasi, dibobot, dan digunakan untuk menentukan nilai kedekatan relatif terhadap solusi ideal (Triantaphyllou & Lin, 1996).

Langkah penyelesaian metode *fuzzy* TOPSIS (Deni Wahyudi, 2024):

1. Menentukan alternatif (Ai) dan kriteria (Cj).

   Keterangan:

   Ai : Alternatif dengan i = 1,2,3,4,5,6,7.

Cj : Kriteria dengan j = 1,2,3

2. Pembobotan untuk setiap kriteria.
3. Menetapkan nilai untuk setiap kriteria yang bersifat variabel linguistik.
4. Menentukan interval linguistik

$$I = \frac{X_{max} - X_{min}}{k} \quad 2.3$$

Dengan:

X_{max} : Nilai Maksimum

X_{min} : Nilai Minimum

k : dari banyak nya Linguistik

5. Menentukan nilai bilangan *fuzzy*, defuzzifikasi (e), dan bobot ternormalisasi (w) dari setiap kriteria.

Berikut persamaan untuk menentukan nilai defuzzifikasi

$$e_i = \frac{x_i + y_i + z_i}{3} \quad 2.4$$

Keterangan:

e_i : Nilai defuzzifikasi

x_i : Bilangan *fuzzy* terkecil

y_i : Nilai Tengah bilangan *fuzzy*

z_i : Bilangan *fuzzy* terbesar

Bobot ternormalisasi merupakan tingkat kepentingan dari setiap kriteria.

Berikut persamaan untuk menentukan nilai bobot ternormalisasi.

$$w_i = \frac{e_i}{e_1+e_2+e_3}, \text{ dengan } i = 1,2,3 \quad 2.5$$

Keterangan:

w_i : Bobot ternormalisasi

6. Memberikan rating kecocokan berdasarkan variabel linguistik untuk setiap alternatif dengan setiap kriteria.
7. Menentukan nilai defuzzifikasi untuk setiap alternatif dengan setiap kriteria.
8. Menentukan matriks keputusan ternormalisasi.

TOPSIS memerlukan evaluasi kinerja dari setiap kandidat untuk setiap kriteria atau subkriteria yang dinormalisasi. Matriks keputusan ternormalisasi merupakan hasil dari perhitungan nilai rating dibagi nilai total pada kriteria. Matriks yang dinormalisasi dibentuk dari rumus di bawah ini:

$$r_{i,j} = \frac{x_{i,j}}{\sqrt{\sum_i^m x_{i,j}^2}}, \text{ dengan } i = 1,2,3,4,5,6,7 \; dan \; j = 1,2,3 \qquad 2.6$$

Keterangan:

r_{ij} : Matriks ternormalisasi alternatif ke-i pada kriteria ke-j

x_{ij} : Nilai alternatif ke-i, pada kriteria ke-j

m : Jumlah alternatif

i : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, banyak alternatif

j : 1, 2, 3, banyak kriteria

Sebelum menghitung nilai $r_{i,j}$, terlebih dahulu dicari nilai pembagi untuk setiap kriteria menggunakan rumus:

$$x_j = \sqrt{\sum_i^m x_{i,j}^2} \qquad 2.7$$

Keterangan:

x_{ij} : Nilai alternatif ke-i, pada kriteria ke-j

9. Tahap perhitungan matriks ternormalisasi terbobot.

   Persamaan di bawah ini digunakan dalam perhitungan matriks ternormalisasi yang dibobotkan.

$$y_{i,j} = w_i \, . r_{i,j} \qquad 2.8$$

   Keterangan:

   $y_{i,j}$: Elemen matriks rating yang dibobotkan

   w_i : Bobot ternormalisasi

   $r_{i,j}$: Elemen matriks yang dinormalisasikan pada tahap kedua

   y : Matriks ternormalisasi terbobot

10. Tahap perhitungan matriks Solusi ideal positif dan matriks ideal negatif

    Matriks solusi ideal (A) merupakan nilai optimum untuk tiap-tiap kriteria dari beberapa nilai alternatif solusi. Solusi ideal yang dicari terdiri dari dua nilai untuk masing-masing kriteria, yaitu solusi ideal positif ($A+$) dan solusi ideal negatif ($A-$). Solusi ideal positif ($A+$) adalah nilai optimum terbesar dari suatu kriteria untuk nilai alternatif solusi dalam satu kriteria. Sedangkan solusi ideal negatif ($A-$) adalah nilai optimum terkecil dari suatu kriteria untuk beberapa nilai alternatif solusi dalam satu kriteria. Pada tahap ini untuk menghitung nilai solusi ideal bersifat keuntungan (benefit) atau bersifat biaya (cost) dengan persyaratan sebagai berikut.

$$A^+ = \{y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+\}$$

$$A^- = \{y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-\}$$

    Keterangan:

    A^+: Solusi ideal positif

A^-: Solusi ideal negatif

y_j^+: Elemen matriks rating terbobot dengan nilai maksimal

y_j^-: Elemen matriks rating terbobot dengan nilai minimal

Dengan syarat:

Positif : Jika atribut benefit, maka digunakan nilai maksimal dari solusi ideal postif dan jika atribut cost, maka digunakan nilai minimal dari solusi ideal positif.

Negatif : Jika atribut cost, maka digunakan nilai maksimal dari solusi ideal negatif dan jika atribut benefit, maka digunakan nilai minimal dari solusi ideal negatif.

11. Tahap penentuan selisih nilai matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif.

    Jarak solusi ideal positif ($D+$) merupakan jarak Euclidean antara nilai alternatif dengan nilai solusi ideal positif untuk setiap kriteria. Untuk penentuan jarak antara nilai terbobot setiap alternatif terhadap solusi ideal positif digunakan persamaan berikut.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (y_{ij} - A_j^+)^2} \qquad 2.9$$

    Jarak solusi ideal negatif ($D-$) merupakan jarak Euclidean antara nilai alternatif dengan nilai solusi ideal negatif untuk setiap kriteria. Dalam

menghitung jarak antara nilai bobot dari setiap alternatif solusi ideal negatif, digunakan persamaan berikut.

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (y_{ij} - A_j^-)^2} \quad 2.10$$

Keterangan: D_i^+: Solusi ideal positif

D_i^-: Solusi ideal negatif

A_j^+: Matriks solusi ideal positif

A_j^-: Matriks solusi ideal negative

12. Menghitung nilai preferensi matriks (nilai v_i)

Adapun rumus untuk menentukan nilai preferensi matriks setiap alternatif adalah sebagai berikut:

$$v_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad 2.11$$

Keterangan:

v_i : Nilai Preferensi

2.2 Analisis Sensivitas

Analisis sensitivitas merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat perubahan hasil keputusan akibat adanya perubahan parameter, data masukan, maupun metode yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Dalam konteks *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA), analisis sensitivitas berperan penting untuk menguji stabilitas dan keandalan hasil keputusan yang diperoleh. Melalui analisis sensitivitas, pengambil

keputusan dapat mengetahui sejauh mana perubahan pada model dapat memengaruhi nilai preferensi maupun urutan peringkat alternatif yang dihasilkan (Więckowski & Sałabun, 2023).

Analisis sensitivitas juga digunakan untuk menilai robustitas suatu metode pengambilan keputusan dengan mengamati perubahan hasil yang terjadi ketika terdapat variasi pada parameter atau pendekatan yang digunakan. Semakin kecil perubahan yang terjadi pada hasil keputusan, maka semakin stabil metode tersebut dalam menghasilkan rekomendasi. Sebaliknya, perubahan yang signifikan menunjukkan bahwa hasil keputusan cukup sensitif terhadap perubahan parameter yang digunakan (Paradowski dkk., 2024).

Dalam penelitian ini, analisis sensitivitas dilakukan dengan membandingkan hasil metode *fuzzy* TOPSIS menggunakan dua fungsi keanggotaan yang berbeda, yaitu fungsi keanggotaan Segitiga (*Triangular Membership Function*) dan fungsi keanggotaan Gaussian (*Gaussian Membership Function*). Perbandingan dilakukan berdasarkan nilai preferensi dan hasil peringkat alternatif yang diperoleh dari masing-masing fungsi keanggotaan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan fungsi keanggotaan terhadap hasil rekomendasi lokasi pasar strategis di Kecamatan Junrejo Kota Batu.

Hasil analisis sensitivitas digunakan untuk mengidentifikasi fungsi keanggotaan yang memberikan hasil lebih stabil serta untuk mengetahui apakah perubahan fungsi keanggotaan menyebabkan perubahan nilai preferensi maupun perubahan urutan peringkat alternatif. Dengan demikian, analisis sensitivitas dapat memberikan gambaran mengenai tingkat kepekaan metode *fuzzy* TOPSIS terhadap

penggunaan fungsi keanggotaan yang berbeda dalam proses pengambilan keputusan (Paradowski dkk., 2024).

2.3 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam menangani permasalahan yang bersifat semi-terstruktur maupun tidak terstruktur. Menurut Turban dkk., (2011), SPK adalah sistem interaktif yang membantu pengambil keputusan dengan menggunakan data dan model untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks serta meningkatkan efektivitas proses pengambilan keputusan. SPK tidak menggantikan fungsi manusia, namun berperan sebagai alat bantu analitis yang memberikan alternatif solusi berdasarkan analisis kuantitatif maupun kualitatif.

Secara umum, SPK terdiri atas tiga komponen utama yaitu subsistem data, subsistem model, dan subsistem antarmuka pengguna. Subsistem data mencakup basis data yang berisi informasi yang relevan untuk pengambilan keputusan. Subsistem model berisi metode analisis, algoritma, atau pendekatan matematis yang digunakan untuk mengolah data menjadi informasi yang bermanfaat. Sementara itu, subsistem antarmuka pengguna menyediakan sarana komunikasi antara pengguna dengan sistem, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan mudah dan intuitif (Power, 2002).

SPK memiliki beberapa karakteristik penting, yaitu fleksibilitas, adaptabilitas, dan kemampuan untuk memberikan dukungan bagi pengambil keputusan dalam situasi yang tidak pasti. Menurut Laudon & Laudon (2014), SPK

memungkinkan manajer untuk membuat keputusan lebih cepat dan akurat dengan mengintegrasikan data internal maupun eksternal serta menyediakan simulasi model untuk mengevaluasi berbagai alternatif keputusan.

Dalam konteks penelitian ini, SPK digunakan untuk membantu menentukan lokasi pasar strategis di Kecamatan Junrejo Kota Batu. Sistem ini berperan dalam menganalisis kriteria seperti luas wilayah, jumlah penduduk, dan jarak tempuh dengan menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS. Dengan penerapan SPK, proses pengambilan keputusan menjadi lebih objektif, efisien, dan berbasis data, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pembangunan daerah yang lebih terukur.

2.4 Lokasi Strategis

Lokasi strategis pasar memiliki dampak yang signifikan terhadap keberhasilan ekonomi dan sosial dalam suatu daerah. Menurut (Budisusila & Handoko, 2023), lokasi pasar yang strategis harus mempertimbangkan beberapa faktor utama seperti luas wilayah, jumlah penduduk, kepadatan penduduk, dan jarak tempuh. Selain itu, lokasi yang berada di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi memiliki keuntungan tersendiri karena dapat menarik lebih banyak pengunjung, sehingga meningkatkan volume perdagangan dan keuntungan bagi pedagang (Budisusila & Handoko, 2023).

Selain faktor aksesibilitas dan kepadatan penduduk, ketersediaan infrastruktur yang memadai juga sangat penting dalam penentuan lokasi pasar strategis. Menurut studi oleh (Amalia, 2023), fasilitas seperti tempat parkir yang luas, utilitas dasar (air dan listrik), serta keberadaan fasilitas pendukung seperti

bank dan ATM dapat meningkatkan kenyamanan bagi konsumen dan pedagang. Infrastruktur yang baik tidak hanya mendukung operasional pasar sehari-hari tetapi juga berperan dalam meningkatkan daya tarik pasar secara keseluruhan. Dengan memperhatikan semua faktor ini, penentuan lokasi pasar yang strategis dapat mendukung perkembangan ekonomi lokal dan kesejahteraan masyarakat sekitar (Pintauli & Simatupang, 2024).

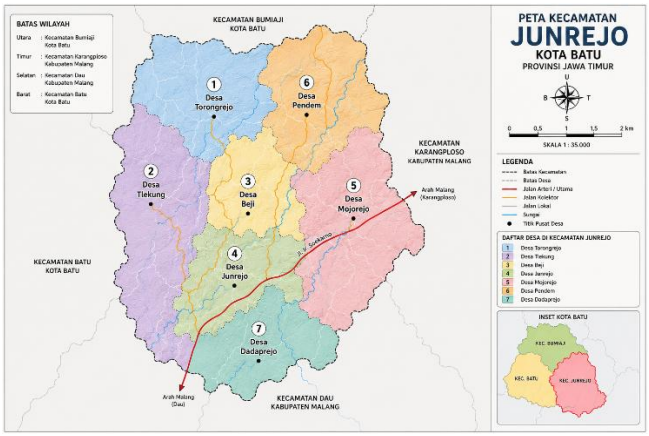
2.5 Kota Batu

Gambar 2.3 Peta Kota Batu

Kota Batu terletak di provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota ini berada di dataran tinggi Malang Raya dan dikelilingi oleh pegunungan yang memberikan suasana sejuk dan pemandangan yang indah. Secara geografis, Kota Batu berada di antara 7°44'55" hingga 8°26'35" Lintang Selatan dan 112°17'10" hingga 112°57'00" Bujur Timur. Batas-batas Kota Batu meliputi Kabupaten Mojokerto di sebelah utara, Kabupaten Pasuruan di sebelah timur, Kota Malang di sebelah selatan, dan Kabupaten Malang di sebelah barat. Letaknya yang strategis di daerah pegunungan

membuat Kota Batu menjadi salah satu destinasi wisata terkenal di Indonesia, terutama untuk wisata alam dan agrowisata (Maqfiro dkk., 2021).

Kota Batu terdiri dari tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Batu, Kecamatan Junrejo, dan Kecamatan Bumiaji. Kecamatan Batu adalah pusat kota dan merupakan kawasan yang paling berkembang dengan berbagai fasilitas dan destinasi wisata, seperti Jatim Park, Museum Angkut, dan Alun-Alun Kota Batu. Kecamatan Junrejo terletak di bagian timur Kota Batu dan dikenal dengan kawasan agraris serta beberapa objek wisata alam. Sedangkan Kecamatan Bumiaji berada di bagian utara dan terkenal dengan keindahan alam serta produk pertanian seperti apel dan bunga. Ketiga kecamatan ini berperan penting dalam pengembangan ekonomi dan pariwisata Kota Batu (Maqfiro dkk., 2021).



Gambar 2.4 Peta Kec. Junrejo

Kecamatan Junrejo merupakan salah satu dari tiga kecamatan yang ada di Kota Batu, Jawa Timur. Terletak di bagian timur Kota Batu, Kecamatan Junrejo memiliki luas wilayah sekitar 38,5 km² dan terdiri dari tujuh desa, yaitu Desa Torongrejo, Desa Junrejo, Desa Beji, Desa Tlekung, Desa Mojorejo, Desa Pendem, dan Desa Dadaprejo. Kecamatan ini dikenal dengan iklimnya yang sejuk karena berada di kawasan dataran tinggi dengan ketinggian antara 700 hingga 1.200 meter

di atas permukaan laut. Kondisi geografis tersebut menjadikan Kecamatan Junrejo sebagai salah satu daerah agraris yang subur, dengan berbagai komoditas pertanian seperti sayuran, buah-buahan, dan bunga yang menjadi andalan perekonomian masyarakat setempat.

2.6 Pasar

Pasar adalah sebuah tempat bertemunya penjual dan pembeli untuk melakukan transaksi jual beli barang dan jasa. Pasar memiliki peran penting dalam perekonomian karena menyediakan wadah bagi para pelaku ekonomi untuk saling bertukar barang dan jasa. Pasar dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria, seperti jenis barang yang diperjualbelikan, jumlah penjual dan pembeli, dan lokasi geografis (Tatang Ary Gumanti & Elok Sri Utami, 2002).

Dalam konteks ekonomi daerah, pasar memiliki peran penting sebagai sarana distribusi barang, penyedia lapangan kerja, serta penggerak roda perekonomian masyarakat. Keberadaan pasar yang strategis dapat meningkatkan akses masyarakat terhadap kebutuhan pokok sekaligus memperluas peluang usaha lokal.

Menurut Nopirin (2000), pasar dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu pasar berdasarkan bentuk fisik (pasar tradisional dan pasar modern), pasar berdasarkan waktu operasional (pasar harian, mingguan, dan musiman), serta pasar berdasarkan jangkauan (pasar lokal, regional, dan nasional). Pasar tradisional memiliki ciri khas interaksi langsung antara penjual dan pembeli, harga yang fleksibel, serta suasana sosial yang kuat. Sementara itu, pasar modern lebih menekankan pada pelayanan, kenyamanan, dan efisiensi waktu. Dalam konteks

penelitian ini, yang menjadi fokus adalah pasar tradisional karena perannya yang signifikan dalam mendukung perekonomian masyarakat Kecamatan Junrejo.

Pemilihan lokasi pasar sangat memengaruhi keberhasilan kegiatan ekonomi di suatu wilayah. Lokasi yang strategis memungkinkan akses yang mudah bagi masyarakat, memperlancar distribusi barang, serta meningkatkan daya tarik pembeli dan penjual (Sukirno, 2013). Oleh karena itu, perencanaan lokasi pasar perlu mempertimbangkan berbagai faktor seperti luas wilayah, jumlah penduduk, kepadatan penduduk, dan jarak tempuh. Pasar yang ditempatkan secara optimal dapat menjadi pusat kegiatan ekonomi yang produktif serta mendukung pembangunan daerah secara berkelanjutan.

2.7 Kajian Integrasi Topik dengan Al-Qur'an dan Hadits

Penelitian mengenai evaluasi pemilihan lokasi pasar strategis menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS dapat diintegrasikan dengan nilai-nilai ajaran Islam yang bersumber dari Al-Qur'an dan Hadits. Dalam ajaran Islam, pengambilan keputusan strategis yang menyangkut kepentingan umum harus dilandasi oleh prinsip keadilan, musyawarah, dan tanggung jawab sosial. Oleh karena itu, pendekatan ilmiah yang sistematis dan objektif, seperti metode *fuzzy* TOPSIS, sejalan dengan semangat Islam dalam membangun tatanan masyarakat yang adil dan maslahat. Salah satu ayat Al-Qur'an yang menjadi dasar pengambilan keputusan strategis adalah Firman Allah SWT dalam Surah Ali 'Imran ayat 159 yang artinya:

"*Maka, berkat rahmat Allah engkau (Nabi Muhammad) berlaku lemah lembut terhadap mereka. Seandainya engkau bersikap keras dan berhati kasar, tentulah mereka akan menjauh dari sekitarmu. Oleh karena itu, maafkanlah mereka, mohonkanlah ampunan untuk mereka, dan bermusyawarahlah dengan mereka dalam segala urusan (penting). Kemudian, apabila engkau telah*

membulatkan tekad, bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah mencintai orang-orang yang bertawakal." (Kemenag, 2025b)

Ayat ini menunjukkan bahwa dalam setiap keputusan penting, khususnya yang berdampak luas bagi masyarakat, islam menganjurkan untuk melakukan musyawarah. Dalam konteks penelitian ini, metode *fuzzy* TOPSIS merupakan bentuk musyawarah modern berbasis data dan analisis ilmiah, di mana berbagai alternatif lokasi dievaluasi berdasarkan kriteria rasional dan objektif. Setelah melalui proses analisis, hasil akhir tetap dikembalikan kepada Allah SWT melalui prinsip tawakal, sebagaimana dianjurkan dalam ayat tersebut. Prinsip musyawarah juga ditegaskan dalam Surah Asy-Syura ayat 38 yang artinya:

"*Dan (bagi) orang-orang yang menerima (mematuhi) seruan Tuhannya dan mendirikan shalat, sedang urusan mereka (diputuskan) dengan musyawarah antara mereka; dan mereka menafkahkan sebagian dari rezeki yang Kami berikan kepada mereka.*" (Kemenag, 2025c)

Ayat ini mengandung nilai partisipasi dalam pengambilan keputusan kolektif. Dalam pemilihan lokasi pasar, partisipasi dapat diwujudkan dalam bentuk pengumpulan data dan pendapat ahli, yang kemudian dianalisis menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS. Ini menunjukkan bahwa penggunaan metode ilmiah tidak bertentangan dengan prinsip syura, melainkan mendukung terciptanya keputusan yang inklusif dan bermanfaat.

Dalam hadis Nabi Muhammad SAW juga ditegaskan pentingnya tanggung jawab dalam kepemimpinan dan pengambilan keputusan. Sebagaimana pada HR. Bukhari dan Muslim yang artinya:

"*Dari Ibn Umar RA Dari Nabi SAW, beliau bersabda: Kalian adalah pemimpin dan kalian akan dimintai pertanggungjawaban atas kepemimpinan kalian. Seorang penguasa adalah pemimpin, seorang suami adalah seorang pemimpin seluruh keluarganya, demikian pula seorang isteri adalah pemimpin atas rumah suami dan anaknya. Kalian adalah pemimpin yang akan dimintai*

pertanggungtawaban atas kepemimpinan kalian." (HR. Bukhari no. 893 dan Muslim no. 1829)

Hadis ini memberikan pemahaman bahwa pemimpin atau pengambil kebijakan, termasuk dalam konteks perencanaan wilayah seperti penentuan lokasi pasar, harus bertindak dengan penuh tanggung jawab dan amanah. Penggunaan metode ilmiah seperti *fuzzy* TOPSIS dapat menjadi bentuk implementasi tanggung jawab tersebut, dengan memastikan bahwa keputusan yang diambil benar-benar berdasarkan pertimbangan yang objektif, bermanfaat, dan tidak merugikan masyarakat.

Islam juga melarang segala bentuk tindakan yang menimbulkan kerugian atau mudarat. Sebagaimana pada HR. Ibnu Majah dan Malik yang artinya:

"*Dari Abu Sa'id Sa'd bin Malik bin Sinan al-Khudri Radhyallahu anhu, Rasulullâh Shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda,"Tidak boleh menimbulkan mudarat dan tidak boleh membalas mudarat dengan mudarat (lain)."* (HR. Ibnu Majah no. 2340 dan Malik no. 31)

Prinsip ini relevan dalam penentuan lokasi pasar, di mana lokasi yang dipilih harus menghindari potensi mudarat seperti kemacetan, pencemaran, atau konflik sosial. Evaluasi kriteria melalui metode *fuzzy* TOPSIS memungkinkan pemilihan lokasi yang paling kecil resikonya dan paling besar manfaatnya bagi masyarakat secara luas.

Dengan demikian, implementasi metode *fuzzy* TOPSIS dalam pemilihan lokasi pasar strategis sejalan dengan prinsip-prinsip Islam yang mendorong musyawarah, keadilan, tanggung jawab sosial, dan pencegahan mudarat. integrasi antara pendekatan ilmiah dan nilai-nilai islam ini menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan dapat menjadi alat untuk mewujudkan kemaslahatan umat secara nyata dan berkelanjutan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Metode ini merupakan suatu pendekatan ilmiah yang melibatkan pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan asosiasi dalam suatu fenomena atau masalah yang sedang diteliti. Pendekatan kuantitatif menekankan pada pengumpulan data berupa angka atau variabel yang dapat diukur dari penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini bersumber dari data sekunder yang diperoleh dari data laporan Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah (Bappelitbangda) Kota Batu dimana data-data tersebut kemudian diproses dan dianalisis menggunakan berbagai teknik statistik dan matematika untuk menghasilkan kesimpulan yang akurat dan dapat diandalkan.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, data penelitian ini didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah (Bappelitbangda) Kota Batu di tahun 2024, yang terdiri dari data luas wilayah (C_1), jumlah penduduk (C_2), dan jarak tempuh (C_3), pada Kecamatan Junrejo terdapat tujuh desa, yang terdiri dari Desa Torongrejo (A_1), Desa Tlekung (A_2), Desa Beji (A_3), Desa Junrejo (A_4), Desa Mojorejo (A_5),

Desa Pendem (A_6), dan desa Dadaprejo (A_7), dengan menggunakan pendekatan *fuzzy* untuk menentukan lokasi pasar yang paling strategis.

3.3 Teknis Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah (Bappelitbangda) Kota Batu kemudian dianalisis menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS dengan dua fungsi keanggotaan, yaitu fungsi keanggotaan Segitiga (*Triangular Membership Function*) dan fungsi keanggotaan Gaussian (*Gaussian Membership Function*). Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan diinterpretasikan untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Untuk mempermudah menganalisis, maka langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Input Data

   Mengumpulkan data yang terdiri dari luas wilayah, jumlah penduduk, dan jarak tempuh.
2. Menentukan Alternatif dan Kriteria
3. Perhitungan *Fuzzy* (Segitiga)
   a. Menetapkan nilai untuk setiap kriteria yang bersifat variabel lingustik
   b. Menentukan interval linguistik dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.3).
   c. Menentukan nilai bilangan *fuzzy*, defuzzifikasi (e) dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.4), dan bobot ternormalisasi (w) dari setiap kriteria dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.5).

d. Memberikan rating kecocokan berdasarkan variabel linguistik untuk setiap alternatif dengan setiap kriteria

e. Menentukan nilai defuzzifikasi untuk setiap alternatif dengan setiap kriteria.

4. Perhitungan Metode TOPSIS (Segitiga)

a. Menentukan matriks ternormalisasi dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.6).

b. Menentukan perhitungan matriks ternormalisasi terbobot dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.8).

c. Menentukan perhitungan matriks solusi ideal positif dan matriks ideal negatif dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.9) dan (2.10).

d. Menentukan nilai preferensi untuk setiap kriteria dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.11).

e. peringkingan

5. Perhitungan *Fuzzy* Parameter Gaussian

a. Menentukan parameter setiap kriteria

b. Menentukan nilai keanggotaan *fuzzy* gaussian

c. Menentukan nilai tertinggi (max-membership)

6. Perhitungan Metode TOPSIS (Gaussian)

a. Menentukan matriks ternormalisasi dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.6).

b. Menentuakan perhitungan matriks ternormalisasi terbobot dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.8).

c. Menentukan perhitungan matriks solusi ideal positif dan matriks ideal negatif dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.9) dan (2.10).

d. Menentukan nilai preferensi untuk setiap kriteria dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.11).

e. Peringkingan

7. Analisis Perbandingan Hasil

Analisis perbandingan hasil dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan fungsi keanggotaan Segitiga dan Gaussian terhadap hasil akhir metode *fuzzy* TOPSIS dalam menentukan lokasi pasar strategis. Perbandingan dilakukan berdasarkan nilai preferensi dan peringkat alternatif yang dihasilkan oleh masing-masing fungsi keanggotaan. Selanjutnya, dilakukan analisis statistik sederhana yang meliputi perhitungan selisih peringkat, rata-rata perubahan peringkat, dan persentase perubahan peringkat untuk mengukur tingkat perbedaan hasil yang diperoleh. Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengevaluasi sensitivitas metode *fuzzy* TOPSIS terhadap penggunaan fungsi keanggotaan yang berbeda dalam proses fuzzifikasi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Data pada penelitian ini merupakan data dari setiap desa di Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Penelitian ini menggunakan data luas wilayah, jumlah penduduk dan jarak tempuh dari Bappelitbangda Kota Batu.

4.1.1 Data Luas Wilayah

Tabel 4.1 Luas Wilayah Kecamatan Junrejo

Nama Desa	Luas Wilayah (*ha*)
Desa Torongrejo	339,40
Desa Tlekung	872,70
Desa Beji	241,24
Desa Junrejo	352,04
Desa Mojorejo	193,17
Desa Pendem	360,09
Desa Dadaprejo	260,38

4.1.2 Data Jumlah Penduduk

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk di Kecamatan Junrejo tahun 2024

Nama Desa	Jumlah Penduduk 2024 (jiwa)
Desa Torongrejo	6.249
Desa Tlekung	5.314
Desa Beji	8.403
Desa Junrejo	11.145
Desa Mojorejo	5.944
Desa Pendem	12.722
Desa Dadaprejo	6.997

4.1.3 Data Jarak Tempuh

Tabel 4.3 Jarak Tempuh

Nama Desa	Jarak (km)
Desa Torongrejo	4,20
Desa Tlekung	5,10
Desa Beji	3,90
Desa Junrejo	3,20

Desa Mojorejo	3,20
Desa Pendem	3,20
Desa Dadaprejo	4,10

Berdasarkan Tabel 4.3, nilai jarak tempuh setiap desa diperoleh dari hasil pembagian total jarak dengan jumlah desa yang diteliti. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Desa Tlekung memiliki nilai jarak tempuh tertinggi sebesar 5,10 km, diikuti Desa Torongrejo sebesar 4,20 km, Desa Dadaprejo sebesar 4,10 km, dan Desa Beji sebesar 3,90 km. Sementara itu, Desa Junrejo, Desa Mojorejo, dan Desa Pendem memiliki nilai jarak tempuh terendah yaitu sebesar 3,20 km. Nilai jarak tempuh yang lebih rendah menunjukkan tingkat kemudahan akses yang lebih baik, sehingga pada proses pengambilan keputusan menggunakan metode Fuzzy TOPSIS, kriteria jarak tempuh diperlakukan sebagai kriteria biaya (*cost*) yang diupayakan memiliki nilai sekecil mungkin.

4.2 Alternatif dan Kriteria

1. Alternatif

   Dalam penelitian ini, alternatif yang digunakan adalah nama desa atau kelurahan yang terdiri dari tujuh desa yang berada di Kecamatan Junrejo Kota Batu.

Tabel 4.4 Kode Alternatif

Kode Alternatif	Keterangan
A1	Desa Torongrejo
A2	Desa Tlekung
A3	Desa Beji
A4	Desa Junrejo
A5	Desa Mojorejo
A6	Desa Pendem
A7	Desa Dadaprejo

2. Kriteria

Dalam penelitian ini, kriteria yang terdiri dari data luas wilayah (C_1), jumlah penduduk (C_2), dan jarak tempuh (C_3) pada tahun 2024.

Tabel 4.5 Kode Kriteria

Kode Kriteria	Keterangan	Jenis
C1	Luas Wilayah	Benefit
C2	Jumlah penduduk	Benefit
C3	Jarak tempuh	Cost

3. Bobot Kriteria

Bobot kriteria dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria terhadap tujuan pemilihan lokasi pasar strategis. Kriteria jumlah penduduk (C_2) diberikan bobot sebesar 0,40 karena dianggap sebagai faktor utama yang mencerminkan potensi jumlah konsumen dan aktivitas ekonomi yang dapat mendukung keberlangsungan pasar. Kriteria jarak tempuh (C_3)diberikan bobot sebesar 0,35 karena kemudahan akses masyarakat menuju lokasi pasar menjadi faktor penting dalam meningkatkan efektivitas pelayanan dan aktivitas perdagangan. Sementara itu, kriteria luas wilayah (C_1) diberikan bobot sebesar 0,25 karena berperan dalam menggambarkan cakupan wilayah pelayanan pasar, namun tidak secara langsung menunjukkan besarnya potensi konsumen maupun tingkat aksesibilitas masyarakat. Oleh karena itu, pembobotan sebesar 0,40, 0,35, dan 0,25 digunakan untuk merepresentasikan tingkat pengaruh relatif masing-masing kriteria dalam proses pengambilan keputusan menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS.

Tabel 4.6 Bobot Kriteria

Kode Kriteria	Keterangan	Bobot Kriteria
C1	Luas Wilayah	0,25
C2	Jumlah penduduk	0,40
C3	Jarak tempuh	0,35
Total		1,00

4. Data Alternatif dan Kriteria

Tabel 4.7 Alternatif dan Kriteria

Kode Alternatif	Nama Desa	Luas Wilayah *(ha)*	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jarak Tempuh (km)
A1	Torongrejo	339,40	6.249	4,20
A2	Tlekung	872,70	5.314	5,10
A3	Beji	241,24	8.403	3,90
A4	Junrejo	352,04	11.145	3,20
A5	Mojorejo	193,17	5.944	3,20
A6	Pendem	360,09	12.722	3,20
A7	Dadaprejo	260,38	6.997	4,10

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa setiap desa memiliki karakteristik yang berbeda pada masing-masing kriteria. Desa Tlekung memiliki luas wilayah terbesar, yaitu 872,70 ha. Desa Pendem memiliki jumlah penduduk terbesar, yaitu 12.722 jiwa. Sementara itu, Desa Junrejo, Mojorejo, dan Pendem memiliki jarak tempuh terdekat, yaitu 3,20 km. Perbedaan nilai pada setiap kriteria menunjukkan bahwa masing-masing alternatif memiliki keunggulan pada aspek tertentu. Oleh karena itu, diperlukan metode pengambilan keputusan multikriteria untuk menentukan alternatif lokasi pasar yang paling strategis berdasarkan seluruh kriteria yang digunakan.

4.3 Perhitungan *Fuzzy* (Segitiga)

Sebelum melakukan perhitungan metode TOPSIS, terlebih dahulu dilakukan proses perhitungan *fuzzy*, adapun tahapan perhitungan *fuzzy* sebagai berikut:

1. Menetapkan nilai untuk setiap kriteria yang bersifat variabel lingustik

   Setelah diperoleh data numerik pada setiap kriteria, dilakukan proses fuzzifikasi dengan mengonversi nilai tersebut ke dalam variabel linguistik. Setiap variabel linguistik kemudian direpresentasikan menggunakan bilangan *fuzzy* segitiga (*Triangular Fuzzy Number*/TFN) berdasarkan ketentuan yang dikemukakan oleh Atmojo dkk (2014), sebagaimana disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Bilangan Fuzzy dan Variabel Linguistik

Variabel Linguistik	Kode	Interval TFN
Sangat Rendah	SR	{(0,00), (0,00), (0,25)}
Rendah	R	{(0,00), (0,25), (0,50)}
Sedang	S	{(0,25), (0,50), (0,75)}
Tinggi	T	{(0,50), (0,75), (1,00)}
Sangat Tinggi	ST	{(0,75), (1,00), (1,00)}

2. Menentukan Interval Linguistik

   Rumus Interval:

$$I = \frac{X_{max} - X_{min}}{k}$$

   Dengan:

   X_{max} : Nilai Maksimum

   X_{min} : Nilai Minimum

   k : 5 (dari banhyak nya Linguistik)

   a. C1 luas Wilayah

$$I = \frac{872{,}70 - 193{,}17}{5}$$

$$I = 135{,}91$$

Tabel 4.9 Interval Linguistik C1

Interval	Linguistik
193,17 − 329,08	SR
329,09 − 465,00	R
465,01 − 600,92	S
600,93 − 736,84	T
736,85 − 872,76	ST

b. C2 Jumlah Penduduk

$$I = \frac{12.722 - 5.314}{5}$$

$$I = 1.481{,}6$$

Tabel 4.10 Interval Linguistik C2

Interval	Linguistik
5.314 – 6.795,6	SR
6.795,7–8.277,3	R
8.277,3–9.759,0	S
9.759,1–11.240,7	T
11.240,8–12.722,4	ST

c. C3 Jarak Tempuh

$$I = \frac{5{,}10 - 3{,}20}{5}$$

$$I = 0{,}38$$

Tabel 4.11 Interval Linguistik C3

Interval	Linguistik
3,20–3,58	ST
3,59–3,97	T
3,98–4,36	S
4,37–4,75	R
4,76–5,14	SR

Selanjutnya, setiap nilai kriteria pada masing-masing alternatif diklasifikasikan ke dalam variabel linguistik berdasarkan rentang nilai yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Hasil klasifikasi tersebut kemudian digunakan untuk

menentukan representasi bilangan *fuzzy* segitiga sesuai dengan kategori linguistik yang diperoleh seperti yang disajikan pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Rating Linguistik dari Setiap Alternatif

Kode Alternatif	C1	C2	C3
A1	R	SR	S
A2	ST	SR	SR
A3	SR	S	T
A4	R	T	ST
A5	SR	SR	ST
A6	R	ST	ST
A7	SR	R	S

Berdasarkan Tabel 4.12, setiap alternatif memiliki tingkat penilaian yang berbeda pada masing-masing kriteria. Hasil klasifikasi variabel linguistik menunjukkan bahwa tidak ada alternatif yang unggul pada seluruh kriteria, sehingga diperlukan metode *fuzzy* TOPSIS untuk menentukan alternatif lokasi pasar yang paling strategis.

3. Menentukan nilai bilangan *fuzzy*, defuzzifikasi (e), dan bobot ternormalisasi (w) dari setiap kriteria.

   Setelah dilakukan penentuan variabel linguistik pada masing-masing kriteria, setiap variabel linguistik direpresentasikan ke dalam bilangan *fuzzy* segitiga (*Triangular Fuzzy Number)* atau TFN berdasarkan ketentuan yang dikemukakan oleh Atmojo dkk. (2014). Karena penentuan variabel linguistik dilakukan oleh satu penilai, maka nilai bilangan *fuzzy* yang digunakan merupakan nilai TFN yang sesuai dengan kategori linguistik masing-masing kriteria.

   Berdasarkan hasil penentuan variabel linguistik pada Tabel 4.12, diperoleh nilai bilangan *fuzzy* untuk setiap kriteria sebagaimana disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Nilai Bilangan Fuzzy

Alt	C1	C2	C3
A1	(0,00;0,25;0,50)	(0,00;0,00;0,25)	(0,25;0,50;0,75)
A2	(0,75;1,00;1,00)	(0,00;0,00;0,25)	(0,00;0,00;0,25)
A3	(0,00;0,00;0,25)	(0,00;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1,00)
A4	(0,00;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1,00)	(0,75;1,00;1,00)
A5	(0,00;0,00;0,25)	(0,00;0,00;0,25)	(0,75;1,00;1,00)
A6	(0,00;0,25;0,50)	(0,75;1,00;1,00)	(0,75;1,00;1,00)
A7	(0,00;0,00;0,25)	(0,00;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)

Berdasarkan hasil penentuan variabel linguistik pada Tabel 4.13, diperoleh nilai bilangan *fuzzy* untuk setiap kriteria pada alternatif A1 sebagaimana disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Bilangan *Fuzzy* Tiap Kriteria

Kode kriteria	(a_{ij})	x_i	y_i	z_i
C1	$a_{1,1}$	0,00	0,25	0,50
C2	$a_{2,1}$	0,00	0,00	0,25
C3	$a_{3,1}$	0,25	0,50	0,75

Berdasarkan Tabel 4.14, selanjutnya dilakukan proses defuzzifikasi untuk memperoleh nilai tegas (*crisp value*) dari setiap kriteria. Nilai defuzzifikasi dihitung menggunakan menggunakan persamaan (2.4).

Contoh perhitungan nilai defuzzifikasi pada kriteria C1:

$$e_1 = \frac{x_1 + y_1 + z_1}{3} = \frac{0{,}00 + 0{,}25 + 0{,}50}{3} = 0{,}25$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada kriteria lainnya sehingga diperoleh nilai defuzzifikasi seperti yang disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Nilai Defuzzifikasi

Alt	C1	C2	C3
	e_1	e_2	e_3
A1	0,25	0,08	0,50
A2	0,92	0,08	0,08
A3	0,08	0,50	0,75
A4	0,25	0,75	0,92
A5	0,08	0,08	0,92

A6	0,25	0,92	0,92
A7	0,08	0,25	0,50

Berdasarkan hasil defuzzifikasi yang diperoleh, nilai defuzzifikasi untuk setiap alternatif pada masing-masing kriteria. Nilai defuzzifikasi merupakan hasil konversi bilangan *fuzzy* segitiga menjadi nilai tegas (*crisp value*) yang digunakan sebagai dasar dalam proses perhitungan metode TOPSIS. Nilai tertinggi pada kriteria C1 diperoleh alternatif A2 sebesar 0,92, pada kriteria C2 diperoleh alternatif A6 sebesar 0,92, sedangkan pada kriteria C3 diperoleh alternatif A4, A5, dan A6 sebesar 0,92. Nilai defuzzifikasi tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung bobot ternormalisasi setiap kriteria. Bobot ternormalisasi menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing kriteria dalam proses pengambilan keputusan.

Perhitungan bobot ternormalisasi dilakukan menggunakan persamaan (2.5).

Contoh perhitungan bobot ternormalisasi untuk alternatif A1:

$$w_i = \frac{e_1}{e_1 + e_2 + e_3} = \frac{0{,}25}{0{,}25 + 0{,}08 + 0{,}50} = \frac{0{,}25}{0{,}83} = 0{,}30$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada kriteria lainnya sehingga diperoleh nilai bobot ternormalisasi sebagaimana disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Nilai Bobot Ternormalisasi

Kode Alternatif	$\boldsymbol{w_i}$
A1	0,30
A2	0,85
A3	0,06
A4	0,13
A5	0,07
A6	0,12
A7	0,10

Berdasarkan Tabel 4.16, Berdasarkan hasil perhitungan nilai w_i, alternatif A2 memperoleh nilai tertinggi sebesar 0,85, yang menunjukkan bahwa komponen e_1 memiliki kontribusi paling dominan dibandingkan alternatif lainnya. Selanjutnya, nilai w_i secara berurutan adalah A1 sebesar 0,30, A4 sebesar 0,13, A6 sebesar 0,12, A7 sebesar 0,10, A5 sebesar 0,07, dan A3 sebesar 0,06. Dengan demikian, A2 menjadi alternatif dengan proporsi w_i tertinggi, sedangkan A3 memiliki proporsi w_i terendah.

4. Memberikan rating kecocokan berdasarkan variabel linguistik untuk setiap alternatif dengan setiap kriteria.

   Setelah diperoleh variabel linguistik untuk setiap alternatif pada masing-masing kriteria, selanjutnya dilakukan penentuan rating kecocokan dengan mengonversi variabel linguistik tersebut ke dalam bilangan *fuzzy* segitiga (TFN). Rating kecocokan ini digunakan sebagai dasar dalam pembentukan matriks keputusan *fuzzy* pada metode *fuzzy* TOPSIS. Hasil rating kecocokan untuk setiap alternatif pada masing-masing kriteria disajikan pada Tabel 4.17 sampai Tabel 4.19.

Tabel 4.17 Rating Kecocokan untuk C1

Ai	**C1**				
	VN	**VL**	$\boldsymbol{l}$	$\boldsymbol{m}$	$\boldsymbol{u}$
A1	339,40	R	0,00	0,25	0,50
A2	872,70	ST	0,75	1,00	1,00
A3	241,24	SR	0,00	0,00	0,25
A4	352,04	R	0,00	0,25	0,50
A5	193,17	SR	0,00	0,00	0,25
A6	360,09	R	0,00	0,25	0,50
A7	260,38	SR	0,00	0,00	0,25

Berdasarkan Tabel 4.17, sebagian besar alternatif berada pada kategori Sangat Rendah (SR) dan Rendah (R) untuk kriteria luas wilayah. Alternatif A2

memiliki kategori Sangat Tinggi (ST) karena memiliki luas wilayah terbesar dibandingkan alternatif lainnya. Hasil konversi ke bilangan *fuzzy* segitiga menunjukkan tingkat kecocokan masing-masing alternatif terhadap kriteria luas wilayah yang selanjutnya digunakan dalam pembentukan matriks keputusan *fuzzy*.

Tabel 4.18 Rating Kecocokan untuk C2

Ai	C2				
	VN	**VL**	$\boldsymbol{l}$	$\boldsymbol{m}$	$\boldsymbol{u}$
A1	6.249	SR	0,00	0,00	0,25
A2	5.314	SR	0,00	0,00	0,25
A3	8.403	S	0,25	0,50	0,75
A4	11.145	T	0,50	0,75	1,00
A5	5.944	SR	0,00	0,00	0,25
A6	12.722	ST	0,75	1,00	1,00
A7	6.997	R	0,00	0,25	0,50

Berdasarkan Tabel 4.18, alternatif A6 memperoleh kategori Sangat Tinggi (ST) karena memiliki jumlah penduduk terbesar. Sebaliknya, A1, A2, dan A5 berada pada kategori Sangat Rendah (SR). Perbedaan kategori tersebut menunjukkan variasi tingkat potensi pasar berdasarkan jumlah penduduk pada masing-masing wilayah.

Tabel 4.19 Rating Kecocokan untuk C3

Ai	C3				
	VN	**VL**	$\boldsymbol{l}$	$\boldsymbol{m}$	$\boldsymbol{u}$
A1	4,20	S	0,25	0,50	0,75
A2	5,10	SR	0,00	0,00	0,25
A3	3,90	T	0,50	0,75	1,00
A4	3,20	ST	0,75	1,00	1,00
A5	3,20	ST	0,75	1,00	1,00
A6	3,20	ST	0,75	1,00	1,00
A7	4,10	S	0,25	0,50	0,75

Berdasarkan Tabel 4.19, alternatif A4, A5, dan A6 memperoleh kategori Sangat Tinggi (ST) karena memiliki jarak tempuh paling dekat menuju lokasi pasar.

Sebaliknya, alternatif A2 memperoleh kategori Sangat Rendah (SR) karena memiliki jarak tempuh paling jauh. Hasil klasifikasi ini menunjukkan tingkat kemudahan akses masing-masing alternatif yang akan dipertimbangkan dalam proses pengambilan keputusan.

5. Menentukan nilai defuzzifikasi untuk setiap alternatif dengan setiap kriteria.

   Pada tahap ini, untuk mencari nilai rata-rata dan nilai defuzzifikasi untuk setiap alternatif dengan setiap kriteria menggunakan rumus seperti langkah keempat. Sehingga untuk setiap kriteria C1 diperoleh seperti tabel 4.20.

Tabel 4.20 Nilai fuzzy dan defuzzifikasi untuk C1

Ai	**C1**			
	a_{ij}			e
A1	0,00	0,25	0,50	0,25
A2	0,75	1,00	1,00	0,92
A3	0,00	0,00	0,25	0,08
A4	0,00	0,25	0,50	0,25
A5	0,00	0,00	0,25	0,08
A6	0,00	0,25	0,50	0,25
A7	0,00	0,00	0,25	0,08

Berdasarkan Tabel 4.20, alternatif A2 memperoleh nilai defuzzifikasi tertinggi sebesar 0,92, yang menunjukkan bahwa alternatif tersebut memiliki luas wilayah paling besar dibandingkan alternatif lainnya. Sementara itu, alternatif A3, A5, dan A7 memperoleh nilai defuzzifikasi terendah sebesar 0,08 karena berada pada kategori Sangat Rendah (SR). Nilai defuzzifikasi ini menunjukkan tingkat kecocokan masing-masing alternatif terhadap kriteria luas wilayah.

Tabel 4.21 Nilai Fuzzy dan Defuzzifikasi untuk C2

Ai	**C2**			
	a_{ij}			e
A1	0,00	0,00	0,25	0,08
A2	0,00	0,00	0,25	0,08
A3	0,25	0,50	0,75	0,50
A4	0,50	0,75	1,00	0,75

A5	0,00	0,00	0,25	0,08
A6	0,75	1,00	1,00	0,92
A7	0,00	0,25	0,50	0,25

Berdasarkan Tabel 4.21, alternatif A6 memperoleh nilai defuzzifikasi tertinggi sebesar 0,92 yang menunjukkan jumlah penduduk terbesar dibandingkan alternatif lainnya. Sebaliknya, alternatif A1, A2, dan A5 memperoleh nilai defuzzifikasi terendah sebesar 0,08 karena berada pada kategori Sangat Rendah (SR). Hasil ini menunjukkan variasi tingkat potensi pasar berdasarkan jumlah penduduk pada masing-masing alternatif.

Tabel 4.22 Nilai Fuzzy dan Defuzzifikasi untuk C3

Ai	**C3**			
	a_{ij}			e
A1	0,25	0,50	0,75	0,50
A2	0,00	0,00	0,25	0,08
A3	0,50	0,75	1,00	0,75
A4	0,75	1,00	1,00	0,92
A5	0,75	1,00	1,00	0,92
A6	0,75	1,00	1,00	0,92
A7	0,25	0,50	0,75	0,50

Berdasarkan Tabel 4.22, alternatif A4, A5, dan A6 memperoleh nilai defuzzifikasi tertinggi sebesar 0,92 karena memiliki jarak tempuh yang paling dekat menuju lokasi pasar. Sebaliknya, alternatif A2 memperoleh nilai defuzzifikasi terendah sebesar 0,08 karena memiliki jarak tempuh paling jauh. Nilai defuzzifikasi pada kriteria ini menunjukkan tingkat kemudahan akses masing-masing alternatif.

Tabel 4.20 sampai Tabel 4.22 menyajikan nilai *fuzzy* dan nilai defuzzifikasi setiap alternatif pada masing-masing kriteria. Hasil defuzzifikasi tersebut

selanjutnya dirangkum dalam Tabel 4.23 sebagai matriks keputusan awal yang akan digunakan pada tahap normalisasi dalam metode TOPSIS.

Tabel 4.23 Nilai Defuzzifikasi dari Setiap Kriteria untuk Semua Alternatif

Ai	KRITERIA		
	C1	C2	C3
A1	0,25	0,08	0,50
A2	0,92	0,08	0,08
A3	0,08	0,50	0,75
A4	0,25	0,75	0,92
A5	0,08	0,08	0,92
A6	0,25	0,92	0,92
A7	0,08	0,25	0,50

Berdasarkan Tabel 4.23, diperoleh matriks keputusan yang berisi nilai defuzzifikasi setiap alternatif terhadap seluruh kriteria. Matriks ini menunjukkan tingkat kecocokan masing-masing alternatif setelah proses fuzzifikasi dan defuzzifikasi dilakukan. Nilai defuzzifikasi tersebut merupakan hasil konversi bilangan *fuzzy* segitiga menjadi nilai tegas (*crisp value*) dan digunakan sebagai elemen matriks keputusan awal. Nilai-nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai matriks keputusan awal dalam metode TOPSIS yang akan dinormalisasi untuk menghilangkan perbedaan skala antar kriteria sebelum dilakukan proses pembobotan pada metode TOPSIS.

4.4 Tahapan Perhitungan Metode TOPSIS (Segitiga)

Setelah tahap perhitungan *fuzzy* lalu langkah selanjutnya tahap perhitungan metode TOPSIS. Berikut tahapan perhitungan metode TOPSIS.

1. Menentukan matriks ternormalisasi

   Perhitungan matriks keputusan ternormalisasi menggunakan rumus sebagaimana persamaan (2.6).

Sebelum menghitung nilai $r_{i,j}$, terlebih dahulu dicari nilai pembagi untuk setiap kriteria menggunakan rumus sebagaimana persamaan (2.7).

Contoh perhitungan untuk kriteria C1:

$$x_1 = \sqrt{(0{,}25)^2 + (0{,}92)^2 + (0{,}08)^2 + (0{,}25)^2 + (0{,}08)^2 + (0{,}25)^2 + (0{,}08)^2}$$

$$= \sqrt{1{,}0531}$$

$$= 1{,}03$$

Menghitung matriks ternormalisasi, persamaan (2.6)

$$r_{1,1} = \frac{0{,}25}{1{,}03} = 0{,}24$$

$$r_{2,1} = \frac{0{,}92}{1{,}03} = 0{,}90$$

$$r_{3,1} = \frac{0{,}08}{1{,}03} = 0{,}08$$

$$r_{4,1} = \frac{0{,}25}{1{,}03} = 0{,}24$$

$$r_{5,1} = \frac{0{,}08}{1{,}03} = 0{,}08$$

$$r_{6,1} = \frac{0{,}25}{1{,}03} = 0{,}24$$

$$r_{7,1} = \frac{0{,}08}{1{,}03} = 0{,}08$$

Berdasarkan perhitungan manual di atas, sehingga diperoleh matriks keputusan ternormalisasi seperti pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 Matriks Ternormalisasi

PEMBAGI	1,03	1,32	1.90
Ai	**C1**	**C2**	**C3**
A1	0,24	0,06	0,26
A2	0,89	0,06	0,04
A3	0,08	0,38	0,39
A4	0,24	0,57	0,48
A5	0,08	0,06	0,48

A6	0,24	0,70	0,48
A7	0,08	0,19	0,26

Berdasarkan Berdasarkan Tabel 4.24, diperoleh matriks keputusan ternormalisasi hasil pembagian nilai defuzzifikasi terhadap nilai pembagi masing-masing kriteria. Proses normalisasi dilakukan agar seluruh kriteria berada pada skala yang sama sehingga dapat dibandingkan secara adil. Nilai normalisasi yang lebih besar menunjukkan bahwa alternatif tersebut memiliki performa yang lebih baik pada kriteria yang bersangkutan. Matriks ternormalisasi ini menjadi dasar dalam pembentukan matriks keputusan ternormalisasi terbobot pada tahap selanjutnya.

2. Menentukan matriks ternormalisasi terbobot

Selanjutnya dilakukan pembentukan matriks keputusan ternormalisasi terbobot dengan mengalikan setiap elemen matriks keputusan ternormalisasi $(r_{i,j})$ dengan bobot ternormalisasi masing-masing kriteria (w_j). Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan (2.7).

Menghitung entri matriks ternormalisasi terbobot,

$$y_{1,1} = 0{,}25 \times 0{,}24 = 0{,}06$$

$$y_{1,2} = 0{,}40 \times 0{,}06 = 0{,}02$$

$$y_{1,3} = 035 \times 0{,}26 = 0{,}09$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh matriks keputusan ternormalisasi terbobot seperti pada tabel 4.25.

Tabel 4.25 Matriks Ternormalisasi Terbobot

Ai	**C1**	**C2**	**C3**
A1	0,06	0,02	0,09
A2	0,22	0,02	0,01
A3	0,02	0,15	0,14

A4	0,06	0,22	0,17
A5	0,02	0,02	0,17
A6	0,06	0,27	0,17
A7	0,02	0,07	0,09

Matriks keputusan ternormalisasi terbobot diperoleh dari hasil perkalian antara matriks keputusan ternormalisasi dan bobot masing-masing kriteria. Matriks ini menunjukkan pengaruh tingkat kepentingan setiap kriteria terhadap alternatif yang dinilai. Semakin besar nilai pada matriks ternormalisasi terbobot, semakin besar kontribusi alternatif pada kriteria yang bersangkutan. Hasil perhitungan ini selanjutnya digunakan untuk menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dalam metode TOPSIS.

3. Tahap perhitungan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif

   Setelah diperoleh matriks keputusan ternormalisasi terbobot, tahap selanjutnya adalah menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Penentuan kedua solusi tersebut dilakukan berdasarkan jenis atribut dari masing-masing kriteria, yaitu atribut benefit atau cost.

   Adapun ketentuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

   1) Solusi ideal positif (A^+)
      a. Untuk kriteria bertipe benefit, digunakan nilai terbesar (maksimum).
      b. Untuk kriteria bertipe cost, digunakan nilai terkecil (minimum).
   2) Solusi ideal negatif (A^-)
      a. Untuk kriteria bertipe benefit, digunakan nilai terkecil (minimum).
      b. Untuk kriteria bertipe cost, digunakan nilai terbesar (maksimum).

   Atribut masing-masing kriteria dalam penentuan lokasi pasar strategis disajikan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Atribut dari Setiap Kriteria

Kriteria	Kode Kriteria	Atribut
Luas wilayah	C1	*Benefit*
Jumlah penduduk	C2	*Benefit*
Jarak tempuh	C3	*Cost*

Berdasarkan Tabel 4.26, kriteria luas wilayah C1, jumlah penduduk C2 merupakan kriteria benefit karena semakin besar nilainya semakin mendukung penentuan lokasi pasar yang strategis. Sementara itu, kriteria jarak tempuh C3 merupakan kriteria cost karena semakin kecil jarak tempuh maka semakin baik lokasi tersebut untuk dijangkau.

Selanjutnya, nilai solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-) ditentukan berdasarkan nilai pada matriks keputusan ternormalisasi terbobot dengan memperhatikan jenis atribut masing-masing kriteria. Untuk atribut benefit digunakan nilai maksimum sebagai solusi ideal positif dan nilai minimum sebagai solusi ideal negatif. Sebaliknya, untuk atribut cost digunakan nilai minimum sebagai solusi ideal positif dan nilai maksimum sebagai solusi ideal negatif. Hasil perhitungan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif disajikan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Solusi Ideal Positif dan Negatif

	KRITERIA		
	C1	**C2**	**C3**
POSITIF ($\boldsymbol{A^+}$)	0,22	0,28	0,01
NEGATIF ($\boldsymbol{A^-}$)	0,02	0,02	0,17

Berdasarkan Tabel 4.27, solusi ideal positif (A^+) merepresentasikan kondisi terbaik yang dapat dicapai berdasarkan seluruh kriteria, sedangkan solusi ideal negatif (A^-) merepresentasikan kondisi terburuk. Kedua solusi tersebut digunakan sebagai titik acuan dalam menghitung jarak setiap alternatif

terhadap kondisi ideal dan kondisi non-ideal. Alternatif yang memiliki jarak paling dekat dengan solusi ideal positif serta jarak paling jauh dari solusi ideal negatif akan memiliki nilai preferensi yang lebih tinggi dan dianggap sebagai alternatif terbaik.

4. Menentukan jarak solusi ideal positif dan jarak solusi ideal negatif.

   Perhitungan jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif dilakukan menggunakan persamaan (2.9).

   Contoh perhitungan jarak solusi ideal positif untuk alternatif A1 adalah sebagai berikut:

$$D_1^+ = \sqrt{(0{,}06-0{,}02)^2+(0{,}02-0{,}02)^2+(0{,}09-0{,}17)^2}$$
$$= \sqrt{0{,}0996}$$
$$= 0{,}31$$

   Selanjutnya, perhitungan jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal negatif dilakukan menggunakan persamaan (2.10).

   Contoh perhitungan jarak solusi ideal negatif untuk alternatif A1 adalah sebagai berikut:

$$D_1^- = \sqrt{(0{,}06-0{,}22)^2+(0{,}02-0{,}28)^2+(0{,}09-0{,}01)^2}$$
$$= \sqrt{0{,}0080}$$
$$= 0{,}09$$

   Perhitungan yang sama dilakukan untuk seluruh alternatif sehingga diperoleh nilai jarak terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif sebagaimana disajikan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif

Ai	(D_i^+)	(D_i^-)
A1	0,31	0,09
A2	0,25	0,25
A3	0,27	0,13
A4	0,23	0,21
A5	0,36	0,00
A6	0,22	0,26
A7	0,30	0,09

Berdasarkan perhitungan jarak terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, diperoleh nilai D_i^+ dan D_i^- untuk setiap alternatif sebagaimana disajikan pada Tabel 4.32. Nilai D_i^+ menunjukkan jarak alternatif terhadap kondisi ideal terbaik, sedangkan nilai D_i^- menunjukkan jarak alternatif terhadap kondisi ideal terburuk. Semakin kecil nilai D_i^+ dan semakin besar nilai D_i^-, maka alternatif tersebut semakin dekat dengan solusi ideal dan semakin layak dipilih sebagai alternatif terbaik.

5. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif

   Nilai preferensi digunakan untuk menentukan tingkat kedekatan setiap alternatif terhadap solusi ideal positif. Perhitungan nilai preferensi v_i dilakukan menggunakan persamaan (2.11).

   Contoh perhitungan nilai preferensi untuk alternatif A1:

$$v_1 = \frac{0,09}{0,09 + 0,26} = 0,22$$

   Perhitungan yang sama dilakukan untuk seluruh alternatif sehingga diperoleh nilai preferensi seperti pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Nilai Preferensi Setiap Alternatif

ALTERNATIF	PREFERENSI
A1	0,22
A2	0,50
A3	0,32

A4	0,47
A5	0,00
A6	0,53
A7	0,24

Berdasarkan hasil perhitungan nilai preferensi pada Tabel 4.29, diperoleh bahwa alternatif dengan nilai preferensi terbesar merupakan alternatif yang paling dekat dengan solusi ideal positif dan paling jauh dari solusi ideal negatif. Dari hasil perhitungan, alternatif A6 memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,53, sedangkan alternatif A5 memperoleh nilai preferensi terendah sebesar 0,00. Oleh karena itu, alternatif A6 memiliki tingkat kelayakan tertinggi sebagai lokasi pasar strategis dibandingkan alternatif lainnya.

6. Perangkingan

Setelah diperoleh nilai preferensi untuk setiap alternatif, langkah selanjutnya adalah melakukan perangkingan berdasarkan nilai preferensi dari yang terbesar hingga yang terkecil. Hasil perangkingan alternatif disajikan pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Perangkingan

Peringkat	Alternatif	Nilai Preferensi
1	A6	0,53
2	A4	0,50
3	A2	0,47
4	A3	0,32
5	A7	0,24
6	A1	0,22
7	A5	0,00

Berdasarkan hasil perhitungan metode TOPSIS, alternatif A6 memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,53, sehingga menjadi alternatif terbaik dan direkomendasikan sebagai lokasi pasar yang paling strategis di Kecamatan Junrejo. Nilai preferensi yang tinggi menunjukkan bahwa alternatif tersebut

memiliki jarak yang paling dekat dengan solusi ideal positif serta jarak yang relatif paling jauh dari solusi ideal negatif. Sementara itu, alternatif A5 memperoleh nilai preferensi terendah sebesar 0,00, sehingga menempati peringkat terakhir. Dengan demikian, hasil perangkingan yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar pendukung keputusan dalam menentukan lokasi pasar strategis di Kecamatan Junrejo berdasarkan kriteria luas wilayah, jumlah penduduk, dan jarak tempuh.

4.5 Perhitungan *Fuzzy* Parameter Gaussian

Sebelum dilakukan perhitungan menggunakan metode TOPSIS, terlebih dahulu dilakukan proses fuzzifikasi dengan fungsi keanggotaan Gaussian. Proses ini bertujuan untuk mengubah data numerik menjadi nilai *fuzzy* yang merepresentasikan tingkat keanggotaan setiap alternatif pada masing-masing kriteria. Adapun tahapan perhitungan *fuzzy* Gaussian adalah sebagai berikut.

1. Menentukan parameter setiap kriteria

   Pada tahap ini ditentukan parameter fungsi keanggotaan Gaussian untuk setiap kriteria, nilai minimum (min), nilai rata-rata (mean), nilai maksimum (max), dan nilai simpangan baku (σ) sebagai lebar kurva Gaussian.

   Nilai minimum dan maksimum diperoleh dari data setiap kriteria, sedangkan nilai mean dihitung berdasarkan rata-rata data pada masing-masing kriteria. Adapun nilai σ dihitung menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{max - min}{3}$$

   Parameter-parameter tersebut digunakan sebagai dasar dalam membentuk fungsi keanggotaan Gaussian pada setiap kriteria. Hasil perhitungan parameter

untuk masing-masing kriteria disajikan pada Tabel 4.31 sampai dengan Tabel 4.33.

Tabel 4.31 Parameter Luas Wilayah

Luas Wilayah (C1)	Parameter Numerik
193,17	Min
872,70	Max
374,15	Mean
226,51	σ (lebar kurva)

Berdasarkan Tabel 4.31, kriteria luas wilayah memiliki nilai minimum sebesar 193,17, nilai maksimum sebesar 872,70, nilai rata-rata sebesar 374,43, dan nilai σ sebesar 226,51. Parameter tersebut digunakan untuk membentuk fungsi keanggotaan Gaussian pada kriteria luas wilayah.

Tabel 4.32 Parameter Jumlah Penduduk

Jumlah Penduduk (C2)	Parameter Numerik
5.314	Min
12.722	Max
8110,57	Mean
2469,33	σ (lebar kurva)

Berdasarkan Tabel 4.32, kriteria jumlah penduduk memiliki nilai minimum sebesar 5.314, nilai maksimum sebesar 12.722, nilai rata-rata sebesar 8.110,57, dan nilai σ sebesar 2.469,33. Parameter tersebut digunakan dalam pembentukan fungsi keanggotaan Gaussian untuk kriteria jumlah penduduk.

Tabel 4.33 Parameter Jarak Tempuh

Jarak Tempuh (C3)	Parameter Numerik
3,20	Min
5,10	Max
3,84	Mean
0,63	σ (lebar kurva)

Berdasarkan Tabel 4.33, kriteria jarak tempuh memiliki nilai minimum sebesar 3,20, nilai maksimum sebesar 5,10, nilai rata-rata sebesar 3,84, dan

nilai σ sebesar 0,63. Parameter tersebut digunakan dalam pembentukan fungsi keanggotaan Gaussian untuk kriteria jarak tempuh.

2. Menentukan Nilai Keanggotaan *Fuzzy* Gaussian

   Setelah parameter fungsi keanggotaan Gaussian untuk setiap kriteria diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* masing-masing alternatif pada setiap kriteria. Nilai keanggotaan dihitung menggunakan fungsi keanggotaan Gaussian sebagai berikut:

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}}$$

   dengan:

   x : Nilai kriteria pada alternatif,

   c : Pusat kurva (min, mean, atau max),

   σ: Lebar kurva Gaussian.

   Sebagai contoh, perhitungan nilai keanggotaan *fuzzy* untuk alternatif A1 (Desa Torongrejo) pada kriteria luas wilayah (C1) kategori Medium dilakukan sebagai berikut:

$$\mu(x) = e^{-\frac{(339{,}40-374{,}15)^2}{2(226{,}51)^2}} = e^{-0{,}0118} = 0{,}99$$

   Perhitungan yang sama dilakukan untuk kategori Low dan High pada kriteria C1 serta seluruh alternatif pada kriteria lainnya. Hasil perhitungan nilai keanggotaan *fuzzy* Gaussian untuk setiap alternatif disajikan pada Tabel 4.34 sampai dengan Tabel 4.36.

Tabel 4.34 Nilai Keanggotaan Fuzzy Gauss Luas Wilayah (C1)

Alternatif	Desa	Nilai	Low	Medium	High
A1	Torongrejo	339,40	0,81	0,99	0,06
A2	Tlekung	872,70	0,01	0,09	1,00
A3	Beji	241,24	0,98	0,84	0,02
A4	Junrejo	352,04	0,78	1,00	0,07

A5	Mojorejo	193,17	1,00	0,73	0,01
A6	Pendem	360,09	0,76	1,00	0,08
A7	Dadaprejo	260,38	0,96	0,88	0,03

Berdasarkan Tabel 4.34, nilai keanggotaan *fuzzy* luas wilayah menunjukkan tingkat kedekatan luas wilayah masing-masing desa terhadap kategori Low, Medium, dan High. Desa Tlekung (A2) memiliki nilai keanggotaan tertinggi pada kategori High sebesar 1,00 karena memiliki luas wilayah terbesar. Sebaliknya, Desa Mojorejo (A5) memiliki nilai keanggotaan tertinggi pada kategori Low sebesar 1,00 karena memiliki luas wilayah terkecil.

Tabel 4.35 Nilai Keanggotaan Fuzzy Gauss Jumlah Penduduk (C2)

Alternatif	Desa	Nilai	Low	Medium	High
A1	Torongrejo	6.249	0,93	0,75	0,03
A2	Tlekung	5.314	1,00	0,53	0,01
A3	Beji	8.403	0,46	0,99	0,22
A4	Junrejo	11.145	0,06	0,47	0,82
A5	Mojorejo	5.944	0,97	0,68	0,02
A6	Pendem	12.722	0,01	0,17	1,00
A7	Dadaprejo	6.997	0,79	0,90	0,07

Berdasarkan Tabel 4.35, nilai keanggotaan *fuzzy* jumlah penduduk menunjukkan tingkat kedekatan jumlah penduduk masing-masing desa terhadap kategori Low, Medium, dan High. Desa Pendem (A6) memiliki nilai keanggotaan tertinggi pada kategori High sebesar 1,00 karena memiliki jumlah penduduk terbesar, sedangkan Desa Tlekung (A2) memiliki nilai keanggotaan tertinggi pada kategori Low sebesar 1,00 karena memiliki jumlah penduduk terkecil.

Tabel 4.36 Nilai Keanggotaan Fuzzy Gauss Jarak Tempuh (C3)

Alternatif	Desa	Nilai	Low	Medium	High
A1	Torongrejo	4,20	0,28	0,85	0,36
A2	Tlekung	5,10	0,01	0,14	1,00
A3	Beji	3,90	0,54	1,00	0,16
A4	Junrejo	3,20	1,00	0,60	0,01

A5	Mojorejo	3,20	1,00	0,60	0,01
A6	Pendem	3,20	1,00	0,60	0,01
A7	Dadaprejo	4,10	0,36	0,92	0,28

Berdasarkan Tabel 4.36, nilai keanggotaan *fuzzy* jarak tempuh menunjukkan tingkat kedekatan jarak masing-masing desa terhadap kategori Low, Medium, dan High. Desa Junrejo (A4), Mojorejo (A5), dan Pendem (A6) memiliki nilai keanggotaan tertinggi pada kategori Low karena memiliki jarak tempuh paling dekat. Sebaliknya, Desa Tlekung (A2) memiliki nilai keanggotaan tertinggi pada kategori High karena memiliki jarak tempuh paling jauh.

3. Menentukan Nilai Max-Membership

Setelah diperoleh nilai keanggotaan *fuzzy* Gaussian untuk setiap alternatif pada masing-masing kriteria, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai max-membership. Nilai max-membership diperoleh dengan memilih nilai keanggotaan terbesar dari kategori Low, Medium, atau High pada setiap alternatif dan setiap kriteria.

Nilai keanggotaan terbesar tersebut digunakan sebagai representasi tingkat kecocokan alternatif terhadap kriteria yang dinilai. Hasil penentuan nilai max-membership untuk kriteria C1 sampai C3 disajikan pada Tabel 4.37 sampai dengan Tabel 4.39.

Tabel 4.37 Nilai Max-Membership Kriteria C1

Alternatif	Desa	Max Value	Kategori
A1	Torongrejo	0,99	Medium
A2	Tlekung	1,00	High
A3	Beji	0,98	Low
A4	Junrejo	1,00	Medium
A5	Mojorejo	1,00	Low
A6	Pendem	1,00	Medium
A7	Dadaprejo	0,96	Low

Berdasarkan Tabel 4.37, Desa Tlekung (A2) memiliki nilai max-membership tertinggi sebesar 1,00 pada kategori High, yang menunjukkan bahwa luas wilayah Desa Tlekung paling mendekati kategori luas wilayah tinggi. Sebaliknya, Desa Dadaprejo (A7) memiliki nilai max-membership sebesar 0,96 pada kategori Low, yang menunjukkan bahwa luas wilayahnya lebih dekat dengan kategori rendah dibandingkan alternatif lainnya.

Tabel 4.38 Nilai Max-Membership Kriteria C2

Alternatif	Desa	Max Value	Kategori
A1	Torongrejo	0,93	Low
A2	Tlekung	1,00	Low
A3	Beji	0,99	Medium
A4	Junrejo	0,82	High
A5	Mojorejo	0,97	Low
A6	Pendem	1,00	High
A7	Dadaprejo	0,90	Medium

Berdasarkan Tabel 4.38, Desa Pendem (A6) memperoleh nilai max-membership sebesar 1,00 pada kategori High, yang menunjukkan bahwa jumlah penduduk Desa Pendem berada pada kategori tinggi. Sementara itu, Desa Tlekung (A2) memperoleh nilai max-membership sebesar 1,00 pada kategori Low, yang menunjukkan bahwa jumlah penduduknya paling dekat dengan kategori rendah.

Tabel 4.39 Nilai Max-Membership Kriteria C3

Alternatif	Desa	Max Value	Kategori
A1	Torongrejo	0,85	Medium
A2	Tlekung	1,00	High
A3	Beji	1,00	Medium
A4	Junrejo	1,00	Low
A5	Mojorejo	1,00	Low
A6	Pendem	1,00	Low
A7	Dadaprejo	0,92	Medium

Berdasarkan Tabel 4.39, Desa Junrejo (A4), Mojorejo (A5), dan Pendem (A6) memperoleh nilai max-membership sebesar 1,00 pada kategori Low, yang menunjukkan bahwa ketiga desa tersebut memiliki jarak tempuh yang paling dekat menuju lokasi pasar. Sebaliknya, Desa Tlekung (A2) memiliki nilai max-membership sebesar 1,00 pada kategori High, yang menunjukkan jarak tempuh yang relatif paling jauh.

Tabel 4.40 merupakan matriks fuzzy max-membership yang dibentuk dari nilai keanggotaan terbesar pada setiap alternatif dan setiap kriteria. Matriks ini digunakan sebagai matriks keputusan *fuzzy* yang akan menjadi dasar dalam proses perhitungan metode TOPSIS berbasis fungsi keanggotaan Gaussian.

Tabel 4.40 Matriks Fuzzy Max-Membership

Alternatif	Desa	C1	C2	C3
A1	Torongrejo	0,99	0,93	0,85
A2	Tlekung	1,00	1,00	1,00
A3	Beji	0,98	0,99	1,00
A4	Junrejo	1,00	0,82	1,00
A5	Mojorejo	1,00	0,97	1,00
A6	Pendem	1,00	1,00	1,00
A7	Dadaprejo	0,96	0,90	0,92

Berdasarkan Tabel 4.40, alternatif A2 (Desa Tlekung) dan A6 (Desa Pendem) memiliki nilai max-membership sebesar 1,00 pada seluruh kriteria, yang menunjukkan tingkat kecocokan yang sangat tinggi terhadap kategori hasil fuzzifikasi Gaussian. Alternatif A3 (Desa Beji) juga menunjukkan nilai yang tinggi pada seluruh kriteria dengan rentang nilai antara 0,98 hingga 1,00. Sementara itu, alternatif A1 (Desa Torongrejo) memiliki nilai terendah pada kriteria C3 sebesar 0,72 dibandingkan alternatif lainnya. Secara umum, seluruh alternatif memiliki nilai max-membership yang relatif tinggi, yaitu

berada pada rentang 0,72 sampai 1,00, sehingga berpotensi menjadi salah satu alternatif terbaik pada proses perankingan selanjutnya.

4.6 Tahapan Perhitungan Metode TOPSIS (Gaussian)

Setelah tahap perhitungan *fuzzy* lalu langkah selanjutnya tahap perhitungan metode TOPSIS. Berikut tahapan perhitungan metode TOPSIS.

1. Menentukan matriks ternormalisasi

   Perhitungan matriks keputusan ternormalisasi menggunakan rumus sebagaimana persamaan (2.6).

   Sebelum menghitung nilai $r_{i,j}$, terlebih dahulu dicari nilai pembagi untuk setiap kriteria menggunakan rumus sebagaimana persamaan (2.7).

   Contoh perhitungan untuk kriteria C1:

$$x_1 = \sqrt{(0{,}99)^2 + (1{,}00)^2 + (0{,}98)^2 + (1{,}00)^2 + (1{,}00)^2 + (1{,}00)^2 + (0{,}96)^2}$$

$$= \sqrt{68621}$$

$$= 2{,}62$$

   Menghitung matriks ternormalisasi, dengan persamaan (2.6)

$$r_{1,1} = \frac{0{,}99}{2{,}62} = 0{,}38$$

$$r_{2,1} = \frac{1{,}00}{2{,}62} = 0{,}38$$

$$r_{3,1} = \frac{0{,}98}{2{,}62} = 0{,}37$$

$$r_{4,1} = \frac{1{,}00}{2{,}62} = 0{,}38$$

$$r_{5,1} = \frac{1{,}00}{2{,}62} = 0{,}38$$

$$r_{6,1} = \frac{1,00}{2,62} = 0,38$$

$$r_{7,1} = \frac{0,96}{2,62} = 0,37$$

Berdasarkan perhitungan manual di atas, sehingga diperoleh matriks keputusan ternormalisasi seperti pada tabel 4.41.

Tabel 4.41 Matriks Ternormalisasi

PEMBAGI	2,62	2,50	2,56
Ai	**C1**	**C2**	**C3**
A1	0,38	0,37	0,33
A2	0,38	0,40	0,39
A3	0,37	0,40	0,39
A4	0,38	0,33	0,39
A5	0,38	0,39	0,39
A6	0,38	0,40	0,39
A7	0,37	0,36	0,36

2. Menentukan matriks ternormalisasi terbobot

Selanjutnya membuat matriks ternormalisasi terbobot dengan perhitungan manual yang menggunakan rumus sebagaimana persamaan (2.8).

Dengan bobot C1 (luas wilayah) = 0,25

C2 (jumlah Penduduk) = 0,40

C3 (kepadatan penduduk) = 0,35

Menghitung entri matriks ternormalisasi terbobot,

$$y_{1,1} = 0,25 \times 0,38 = 0,09$$

$$y_{1,2} = 0,40 \times 0,37 = 0,15$$

$$y_{1,3} = 0,35 \times 0,33 = 0,12$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh matriks keputusan ternormalisasi terbobot seperti pada tabel 4.42.

Tabel 4.42 Matriks Ternormalisasi Terbobot

Ai	C1	C2	C3
A1	0,09	0,15	0,12
A2	0,09	0,16	0,14
A3	0,09	0,16	0,14
A4	0,09	0,13	0,14
A5	0,09	0,15	0,14
A6	0,09	0,16	0,14
A7	0,09	0,14	0,12

3. Tahap perhitungan matriks Solusi ideal positif dan matriks Solusi ideal negatif

   Pada tahap ini untuk menghitung nilai Solusi ideal bersifat keuntungan (*benefit*) atau bersifat biaya (*cost*) dengan persyaratan sebagai berikut/

   Positif: Jika atribut *benefit*, maka digunakan nilai maksimal dari Solusi ideal postif dan jika atribut cost, maka digunakan nilai minimal dari solusi ideal positif.

   Negatif: Jika atribut cost, maka digunakan nilai maksimal dari solusi ideal negatif dan jika atribut *benefit*, maka digunakan nilai minimal dari solusi ideal negatif.

   Atribut penentuan lokasi pasar strategis terlihat pada tabel 4.43.

Tabel 4.43 Atribut dari Setiap Kriteria

Kriteria	Kode Kriteria	Atribut
Luas wilayah	C1	*Benefit*
Jumlah penduduk	C2	*Benefit*
Jarak tempuh	C3	*Cost*

Setelah ditentukan atribut untuk setiap kriteria, selanjutnya mencari nilai solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dari setiap kriteria seperti pada tabel 4.44.

Tabel 4.44 Solusi Ideal Positif dan Negatif

	KRITERIA		
	C1	C2	C3
POSITIF	0,09	0,16	0,14
NEGATIF	0,09	0,13	0,12

4. Menentukan jarak solusi ideal positif dan jarak solusi ideal negatif.

   Perhitungan untuk menentukan nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dengan rumus sebagaimana persamaan (2.9).

   Menghitung jarak solusi ideal positif,

$$D_1^+ = \sqrt{(0{,}09-0{,}09)^2+(0{,}15-0{,}16)^2+(0{,}12-0{,}14)^2}$$
$$= \sqrt{0{,}0005}$$
$$= 0{,}02$$

   Perhitungan manual untuk menentukan nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal negatif menggunakan rumus sebagaimana persamaan (2.10).

   Menghitung jarak solusi ideal negatif,

$$D_1^- = \sqrt{(0{,}09-0{,}09)^2+(0{,}15-0{,}13)^2+(0{,}12-0{,}12)^2}$$
$$= \sqrt{0{,}0004}$$
$$= 0{,}02$$

   Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh matriks jarak solusi ideal positif dan jarak ideal negatif seperti pada tabel 4.45.

Tabel 4.45 Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif

Ai	$(\boldsymbol{D_i^+})$	$(\boldsymbol{D_i^-})$
A1	0,02	0,02
A2	0,00	0,03
A3	0,00	0,03
A4	0,03	0,02
A5	0,01	0,03
A6	0,00	0,03
A7	0,02	0,02

5. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif

   Perhitungan mencari nilai preferensi (v_i) untuk setiap alternatif menggunakan rumus sebagaimana persamaan (2.11).

   Menghitung nilai preferensi,

$$v_1 = \frac{0{,}02}{0{,}02 + 0{,}02} = 0{,}50$$

Berdasarkan perhitungan di atas, sehingga diperoleh nilai preferensi dari setiap alternatif seperti pada tabel 4.46.

Tabel 4.46 Nilai Preferensi Setiap Alternatif

ALTERNATIF	PREFERENSI
A1	0,50
A2	1,00
A3	0,93
A4	0,41
A5	0,86
A6	0,99
A7	0,46

6. Perangkingan

Setelah memperoleh nilai preferensi untuk setiap alternatif, selanjutnya nilai preferensi tersebut akan dialkukan perangkingan setiap pada tabel 4.47.

Tabel 4.47 Perangkingan

Peringkat	Alternatif	Nilai Preferensi (v_i)
1	A2	1,00
2	A6	0,99
3	A3	0,93
4	A5	0,86
5	A7	0,46
6	A1	0,45
7	A4	0,41

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan fungsi keanggotaan Gaussian, diperoleh nilai keanggotaan yang lebih halus (smooth) dibandingkan fungsi segitiga karena Gaussian merupakan fungsi kontinu. Hal ini menyebabkan perubahan nilai input kecil dapat memengaruhi derajat keanggotaan secara lebih sensitif. Namun demikian, hasil perangkingan menunjukkan konsistensi, karena alternatif terbaik tetap berada pada Desa Tlekung (A2). Hal ini

menunjukkan bahwa metode *fuzzy* TOPSIS cukup stabil terhadap perubahan bentuk fungsi keanggotaan.

4.7 Analisis perbandingan Hasil Fungsi Keanggotaan Segitiga dan Gaussinan

Tabel 4.48 menunjukkan perbandingan hasil perankingan menggunakan fungsi keanggotaan Segitiga dan Gaussian pada metode *fuzzy* TOPSIS.

Tabel 4.48 Analisis Perbandingan Rangking

Alternatif	Rangking Segitiga	Rangking Gaussian	Selisih
A1	6	6	0
A2	3	1	2
A3	4	3	1
A4	2	7	5
A5	7	4	3
A6	1	2	1
A7	5	5	0

Berdasarkan hasil perankingan pada Tabel 4.30 dan Tabel 4.47, diperoleh selisih ranking masing-masing alternatif yaitu A1 sebesar 0, A2 sebesar 2, A3 sebesar 1, A4 sebesar 5, A5 sebesar 3, A6 sebesar 1, dan A7 sebesar 0. Total selisih ranking yang diperoleh adalah sebesar 12. Dengan jumlah alternatif sebanyak tujuh desa, rata-rata perubahan ranking dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rata} - \text{rata Perubahan Ranking} = \frac{\text{Jumlah Selisih Ranking}}{\text{Jumlah Alternatif}}$$

$$= \frac{12}{7}$$

$$= 1{,}71$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata perubahan ranking yang terjadi akibat penggunaan fungsi keanggotaan yang berbeda adalah sebesar 1,71 tingkat. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perubahan fungsi keanggotaan

memberikan pengaruh terhadap urutan prioritas alternatif yang dihasilkan oleh metode *fuzzy* TOPSIS.

Selanjutnya dilakukan analisis terhadap jumlah alternatif yang mengalami perubahan ranking. Dari tujuh alternatif yang dianalisis, terdapat lima alternatif yang mengalami perubahan ranking dan dua alternatif yang tetap berada pada posisi yang sama yaitu A1 dan A7. Persentase perubahan ranking dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Persentase Perubahan Ranking} = \frac{\text{Jumlah Alternatif yang Berubah}}{\text{Jumlah Alternatif}} \times 100\%$$

$$= \frac{5}{7} \times 100\%$$

$$= 71{,}43\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebesar 71,43% alternatif mengalami perubahan ranking setelah fungsi keanggotaan diubah dari Segitiga menjadi Gaussian. Perubahan terbesar terjadi pada alternatif A4 yang mengalami penurunan dari peringkat kedua menjadi peringkat ketujuh dengan selisih lima tingkat.

Selain analisis ranking, dilakukan pula perbandingan nilai preferensi yang dihasilkan oleh kedua fungsi keanggotaan. Pada fungsi keanggotaan Segitiga, alternatif terbaik adalah A6 dengan nilai preferensi sebesar 0,53, diikuti oleh A4 sebesar 0,50 dan A2 sebesar 0,47. Sementara itu, pada fungsi keanggotaan Gaussian, alternatif terbaik adalah A2 dengan nilai preferensi sebesar 1,00, diikuti oleh A6 sebesar 0,99 dan A3 sebesar 0,93.

Perubahan alternatif terbaik dari A6 pada fungsi keanggotaan Segitiga menjadi A2 pada fungsi keanggotaan Gaussian menunjukkan bahwa metode

Fuzzy TOPSIS cukup sensitif terhadap bentuk fungsi keanggotaan yang digunakan dalam proses fuzzifikasi. Fungsi Gaussian menghasilkan distribusi nilai preferensi yang lebih lebar sehingga mampu membedakan alternatif secara lebih detail dibandingkan fungsi Segitiga.

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa fungsi keanggotaan Segitiga dan Gaussian menghasilkan rekomendasi yang berbeda dalam menentukan lokasi pasar strategis. Nilai rata-rata perubahan ranking sebesar 1,71 tingkat, persentase perubahan ranking sebesar 71,43%, serta berubahnya alternatif terbaik dari A6 menjadi A2 menunjukkan bahwa pemilihan fungsi keanggotaan memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap hasil akhir metode Fuzzy TOPSIS.

4.8 Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *fuzzy* TOPSIS mampu menghasilkan alternatif lokasi pasar yang paling strategis berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan, yaitu jumlah penduduk, luas wilayah, dan jarak tempuh. Proses pemilihan lokasi tidak dilakukan secara subjektif, melainkan melalui perhitungan yang sistematis sehingga menghasilkan keputusan yang lebih objektif dan dapat dipertanggungjawabkan. Dalam perspektif Islam, pengambilan keputusan yang didasarkan pada pertimbangan yang matang merupakan bagian dari sikap bijaksana yang dianjurkan dalam kehidupan.

Islam mengajarkan bahwa setiap keputusan hendaknya dilakukan dengan penuh pertimbangan agar menghasilkan kemaslahatan bagi banyak pihak. Pemilihan lokasi pasar yang strategis bertujuan untuk meningkatkan akses

masyarakat terhadap kegiatan ekonomi sekaligus mendorong pemerataan pembangunan. Hal ini sejalan dengan prinsip Islam yang menekankan pentingnya menghadirkan manfaat dan menghindari kemudaratan dalam setiap kebijakan yang diambil. Allah SWT, berfirman dalam Al-Qur'an Surah Al-Hasyr ayat 18 yang artinya:

> *"Wahai orang-orang yang beriman! Bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap orang memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok."* (Kemenag, 2026d)

Ayat tersebut mengandung makna bahwa setiap tindakan dan keputusan perlu direncanakan serta dipertimbangkan dengan baik sebelum dilaksanakan. Dalam penelitian ini, proses evaluasi berbagai alternatif lokasi pasar melalui metode *fuzzy* TOPSIS merupakan bentuk perencanaan yang dilakukan secara sistematis untuk memperoleh hasil terbaik.

Selain itu, Islam juga mendorong umatnya untuk menggunakan akal dan pengetahuan dalam menyelesaikan berbagai persoalan kehidupan. Penggunaan metode *fuzzy* TOPSIS menunjukkan upaya pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam mendukung proses pengambilan keputusan. Dengan mempertimbangkan berbagai kriteria secara bersamaan, keputusan yang dihasilkan menjadi lebih rasional dan terukur dibandingkan hanya mengandalkan perkiraan atau intuisi semata.

Hasil penelitian yang menunjukkan adanya peringkat alternatif lokasi pasar juga mencerminkan pentingnya memilih pilihan yang paling unggul di antara beberapa alternatif yang tersedia. Dalam Islam, memilih alternatif terbaik merupakan bagian dari ikhtiar manusia untuk memperoleh manfaat yang lebih besar. Oleh karena itu, proses penentuan peringkat yang dilakukan dalam metode

fuzzy TOPSIS dapat dipandang sebagai bentuk usaha untuk menemukan pilihan yang paling sesuai berdasarkan data dan kondisi yang ada. Konsep pemilihan alternatif terbaik juga sejalan dengan firman Allah Swt. dalam Surah Az-Zumar ayat 18 yang artinya:

"Yaitu mereka yang mendengarkan perkataan lalu mengikuti apa yang paling baik di antaranya." (Kemenag, 2026e)

Ayat tersebut menunjukkan bahwa Islam mendorong umatnya untuk menyeleksi berbagai pilihan dan memilih alternatif yang paling baik setelah melalui proses pertimbangan. Dalam penelitian ini, setiap desa dievaluasi berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sehingga diperoleh lokasi yang memiliki tingkat prioritas tertinggi untuk pengembangan pasar.

Proses perbandingan antar alternatif yang dilakukan dalam metode *fuzzy* TOPSIS juga mencerminkan prinsip keadilan dalam Islam. Setiap alternatif dinilai menggunakan kriteria dan bobot yang sama sehingga tidak ada perlakuan yang menguntungkan atau merugikan salah satu alternatif secara sepihak. Penilaian yang objektif seperti ini sesuai dengan ajaran Islam yang menekankan pentingnya bersikap adil dalam menentukan suatu keputusan. Allah Swt. berfirman dalam Surah An-Nisa ayat 58 yang artinya:

"Sesungguhnya Allah menyuruh kamu menyampaikan amanat kepada yang berhak menerimanya, dan apabila kamu menetapkan hukum di antara manusia hendaklah kamu menetapkannya dengan adil." (Kemenag, 2026f)

Ayat tersebut menegaskan bahwa keadilan harus menjadi dasar dalam setiap pengambilan keputusan. Dalam konteks penelitian ini, metode *fuzzy* TOPSIS membantu menghasilkan keputusan yang lebih adil karena seluruh alternatif

dievaluasi berdasarkan parameter yang sama dan melalui prosedur perhitungan yang transparan.

Penggunaan data jumlah penduduk, luas wilayah, dan jarak tempuh sebagai dasar penilaian juga menunjukkan pentingnya mempertimbangkan kondisi nyata masyarakat sebelum menetapkan suatu kebijakan. Islam mengajarkan bahwa setiap keputusan harus didasarkan pada fakta dan informasi yang benar agar tidak menimbulkan ketidakadilan maupun kesalahan dalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, pemanfaatan data dalam penelitian ini merupakan bentuk penerapan prinsip kehati-hatian dan tanggung jawab dalam pengambilan keputusan.

Hasil penelitian ini dapat menjadi sarana untuk mewujudkan kemaslahatan masyarakat. Pasar yang dibangun pada lokasi yang tepat berpotensi meningkatkan aktivitas ekonomi, mempermudah akses perdagangan, dan mendukung kesejahteraan masyarakat sekitar. Konsep kemaslahatan tersebut merupakan salah satu tujuan utama syariat Islam (maqashid syariah), yaitu menghadirkan manfaat dan meningkatkan kesejahteraan umat.

Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan rekomendasi lokasi pasar strategis berdasarkan pendekatan ilmiah melalui metode Fuzzy TOPSIS, tetapi juga sejalan dengan nilai-nilai Islam yang menekankan pentingnya perencanaan, penggunaan ilmu pengetahuan, keadilan, objektivitas, serta pengambilan keputusan yang bijaksana demi tercapainya kemaslahatan bersama. Pengintegrasian nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa penerapan metode ilmiah dalam pengambilan keputusan dapat berjalan selaras dengan ajaran Islam dalam mewujudkan pembangunan yang bermanfaat bagi masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis perbandingan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan fungsi keanggotaan Segitiga dan Gaussian pada metode *fuzzy* TOPSIS memberikan pengaruh terhadap hasil rekomendasi pemilihan lokasi pasar strategis di Kecamatan Junrejo Kota Batu. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa fungsi keanggotaan Segitiga menghasilkan alternatif terbaik A6 (Desa Pendem) dengan nilai preferensi sebesar 0,53, sedangkan fungsi keanggotaan Gaussian menghasilkan alternatif terbaik A2 (Desa Tlekung) dengan nilai preferensi sebesar 1,00. Analisis perbandingan statistik menunjukkan bahwa terjadi perubahan ranking pada 5 dari 7 alternatif atau sebesar 71,43% dengan rata-rata perubahan ranking sebesar 1,71 tingkat. Selain itu, perubahan fungsi keanggotaan menyebabkan perubahan alternatif terbaik yang direkomendasikan, sehingga menunjukkan bahwa metode *fuzzy* TOPSIS cukup sensitif terhadap bentuk fungsi keanggotaan yang digunakan dalam proses fuzzifikasi. Dengan demikian, pemilihan fungsi keanggotaan menjadi faktor yang berpengaruh terhadap hasil akhir pengambilan keputusan dalam menentukan lokasi pasar strategis di Kecamatan Junrejo Kota Batu.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan jumlah kriteria yang digunakan dalam pemilihan lokasi pasar strategis agar hasil keputusan yang diperoleh menjadi lebih akurat dan komprehensif.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* lainnya, seperti Trapesium, Bell-Shaped, atau Sigmoid untuk mengetahui tingkat sensitivitas metode *fuzzy* TOPSIS terhadap berbagai bentuk fungsi keanggotaan.
3. Analisis sensitivitas pada penelitian berikutnya dapat dikembangkan tidak hanya terhadap fungsi keanggotaan, tetapi juga terhadap perubahan bobot kriteria sehingga diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai stabilitas hasil rekomendasi.
4. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan kriteria lain yang relevan dalam pemilihan lokasi pasar strategis, seperti tingkat pertumbuhan ekonomi, aksesibilitas jalan utama, aktivitas perdagangan, dan ketersediaan fasilitas pendukung sehingga hasil rekomendasi menjadi lebih representatif.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, Z. (2023). Dampak Pembangunan Infrastruktur Transportasi Terhadap Lingkungan Hidup Teknik Sipil. *IlmuTeknik.Org*, *3*(11), 2023.

Atmojo, R. N. P., Anindito, Pardamean, B., Abbas, B. S., Cahyani, A. D., & Manulang, I. D. (2014). Fuzzy simple additive weighting based, decision support system application for alternative confusion reduction strategy in smartphone purchases. *American Journal of Applied Sciences*, *11*(4), 666–680. https://doi.org/10.3844/ajassp.2014.666.680

Budisusila, A., & Handoko, V. S. (2023). Utilitas Ragam Media Digital dan Stuktur Persaingan Pasar antar Desa Wisata di Kawasan Perbukitan Menoreh. *Indonesian Journal of Tourism and Leisure*, *4*(1), 26–41. https://doi.org/10.36256/ijtl.v4i1.311

Davvaz, B., Mukhlash, I., & Soleha, S. (2021). Himpunan Fuzzy dan Rough Sets. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, *18*(1), 79. https://doi.org/10.12962/limits.v18i1.7705

Deni Wahyudi, A. (2024). Penentuan Lokasi Gudang Baru Menggunakan TOPSIS dan Pembobotan PIPRECIA. *Journal of Information Technology, Software Engineering and Computer Science (ITSECS*, *2*(1), 22–30. https://doi.org/10.58602/itsecs.v2i1.91

Fitriana, A. N., Harliana, H., & Handaru, H. (2015). Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Prestasi Akademik Siswa dengan Metode TOPSIS. *Creative Information Technology Journal*, *2*(2), 153. https://doi.org/10.24076/citec.2015v2i2.45

Hadis Riwayat Bukhari no. 893 dan Muslim no. 1829. https://sunnah.com

Hadis Riwayat Ibnu Majah no. 2340 dan Malik no. 31. https://sunnah.com

Kemenag. (2025a). Qur'an Kemenag. https://quran.kemenag.go.id/3/159. Diakses pada tanggal 19 Mei 2025

Kemenag. (2025b). Qur'an Kemenag. https://quran.kemenag.go.id/3/159. Diakses pada tanggal 19 Mei 2025

Kemenag. (2025c). Qur'an Kemenag. https://quran.kemenag.go.id/42/38. Diakses pada tanggal 19 Mei 2025

Kemenag. (2026d). Qur'an Kemenag. https://quran.kemenag.go.id/28/18. Diakses pada tanggal 18 Juni 2026

Kemenag. (2026e). Qur'an Kemenag. https://quran.kemenag.go.id/23/18. Diakses pada tanggal 18 Juni 2026

Kemenag. (2026f). Qur'an Kemenag. https://quran.kemenag.go.id/5/58. Diakses pada tanggal 18 Juni 2026

Maqfiro, S. N. A., Fajrin, I., & Sukmah, A. (2021). 3 1,2,3. *Jurnal Kreativitas*

Pengabdian Kepada Masyarakat (Pkm), *4*(2), 307–316. http://ejurnalmalahayati.ac.id/index.php/kreativitas/article/view/3511/pdf

Muzakkir, I. (2017). Penerapan Metode Topsis Untuk Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Keluarga Miskin Pada Desa Panca Karsa Ii. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, *9*(3), 274–281. https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i3.156.274-281

Paradowski, B., Więckowski, J., & Sałabun, W. (2024). SoftwareX PySensMCDA : A novel tool for sensitivity analysis in multi-criteria problems. *SoftwareX*, *27*(May), 101746. https://doi.org/10.1016/j.softx.2024.101746

Pintauli, R. F., & Simatupang, M. S. (2024). Strategi Pemilihan Lokasi Belanja Berdasarkan Motivasi Pembelian dan Keputusan Konsumen. *Jurnal Simki Economic*, *7*(1), 259–270. https://doi.org/10.29407/jse.v7i1.614

Saelan, A. (2009). Logika Fuzzy. *Makalah If2091 Struktur Diskrit Tahun 2009*, *1*(13508029), 1–5.

Sukerti, N. K. (2015). Penerapan Fuzzy Topsis Untuk Seleksi Penerima Bantuan Kemiskinan. *Jurnal Informatika*, *15*(2), 127–140.

Sun, C. C. (2010). A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, *37*(12), 7745–7754. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.04.066

Surya, C. (2018). Penilaian Kinerja Dosen Menggunakan Metode TOPSIS (Studi Kasus : Amik Mitra Gama). *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, *2*(1), 322–329. https://doi.org/10.29207/resti.v2i1.119

Tatang Ary Gumanti, & Elok Sri Utami. (2002). Bentuk Pasar Efisiensi Dan Pengujiannya. *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan*, *4*, 54–68.

Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2020). Economic Development. Thirteenth Edition. In *Pearson* (Issue 13th Edition). https://www.mkm.ee/en/objectives-activities/economic-development

Wardani, A. R., Nasution, Y. N., & Amijaya, F. D. T. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, *12*(2), 94. https://doi.org/10.30872/jim.v12i2.651

Wibowo, A., & Nisaa, I. (2020). Penentuan Dosen Terbaik Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique For Order By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS): Studi Kasus Akademi Teknologi Bogor. *Explore IT! : Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Informatika*, *12*(2), 62–74. https://doi.org/10.35891/explorit.v12i2.2288

Widaningrum, I. (2015). Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja Dosen Menggunakan Analitycal Hierarchy Process (AHP) dan Fuzzy Analitycal Hierarchy Process (Fuzzy-AHP). *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia 2015*, 6–8.

Więckowski, J., & Sałabun, W. (2023). Sensitivity analysis approaches in multi-criteria decision analysis : A systematic review. *Applied Soft Computing*, *148*(September), 110915. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110915

LAMPIRAN

Lampiran 1 Fuzzy TOPSIS Segitiga

```
# ==========================================================
# FUZZY TOPSIS SEGITIGA
# PENENTUAN LOKASI PASAR STRATEGIS
# ==========================================================

import pandas as pd
import numpy as np

# ==========================================================
# 1. DATA AWAL
# ==========================================================

data = pd.DataFrame({
    'Alternatif':['A1','A2','A3','A4','A5','A6','A7'],
    'Desa':['Torongrejo','Tlekung','Beji','Junrejo',
            'Mojorejo','Pendem','Dadaprejo'],
    'C1':[339.40,872.70,241.24,352.04,193.17,360.09,2
    'C2':[6249,5314,8403,11145,5944,12722,6997],
    'C3':[4.20,5.10,3.90,3.20,3.20,3.20,4.10]
})

print("DATA AWAL")
print(data)

# ==========================================================
# 2. INTERVAL LINGUISTIK
# ==========================================================

def linguistik_c1(x):
    if 193.17 <= x <= 329.08:
        return 'SR'
    elif 329.08 < x <= 465.00:
        return 'R'
    elif 465.00 < x <= 600.92:
        return 'S'
    elif 600.92 < x <= 736.84:
        return 'T'
    else:
        return 'ST'

def linguistik_c2(x):
    if 5314 <= x <= 6795.6:
        return 'SR'
    elif x <= 8277.3:
```

```
        return 'R'
    elif x <= 9759.0:
        return 'S'
    elif x <= 11240.7:
        return 'T'
    else:
        return 'ST'

# COST
def linguistik_c3(x):
    if 3.20 <= x <= 3.58:
        return 'ST'
    elif x <= 3.97:
        return 'T'
    elif x <= 4.36:
        return 'S'
    elif x <= 4.75:
        return 'R'
    else:
        return 'SR'

# ====================================================
# 3. KONVERSI KE LINGUISTIK
# ====================================================

# Initialize ling with 'Alternatif' as its index
ling = pd.DataFrame(index=data['Alternatif'])

# Apply linguistic functions to the original data an
the new 'ling' DataFrame.
# Using .values to assign directly, ensuring no index m
issues.
ling['C1'] = data['C1'].apply(linguistik_c1).values
ling['C2'] = data['C2'].apply(linguistik_c2).values
ling['C3'] = data['C3'].apply(linguistik_c3).values

print("\nMATRIKS LINGUISTIK")
print(ling)

# ====================================================
# 4. TFN
# ====================================================

TFN = {
    'SR':(0.00,0.00,0.25),
    'R' :(0.00,0.25,0.50),
    'S' :(0.25,0.50,0.75),
    'T' :(0.50,0.75,1.00),
    'ST':(0.75,1.00,1.00)
```

```
}

# ================================================
# 5. DEFUZZIFIKASI
# ================================================

def defuzzy(label):
    l,m,u = TFN[label]
    return (l+m+u)/3

df = pd.DataFrame(index=data['Alternatif'])

for col in ['C1','C2','C3']:
    df[col] = ling[col].apply(defuzzy)

print("\nMATRIKS DEFUZZIFIKASI")
print(df.round(6))

# ================================================
# 6. NORMALISASI
# ================================================

R = df / np.sqrt((df**2).sum())

print("\nMATRIKS NORMALISASI")
print(R.round(6))

# ================================================
# 7. BOBOT KRITERIA
# ================================================

bobot = np.array([
    0.25,  # C1
    0.40,  # C2
    0.35,  # C3
])

# ================================================
# 8. NORMALISASI BERBOBOT
# ================================================

V = R * bobot

print("\nMATRIKS NORMALISASI BERBOBOT")
print(V.round(6))

# ================================================
# 9. SOLUSI IDEAL POSITIF DAN NEGATIF
# ================================================
```

```
benefit = ['C1','C2']
cost = ['C3']

A_plus = []
A_minus = []

for col in V.columns:

    if col in benefit:
        A_plus.append(V[col].max())
        A_minus.append(V[col].min())

    else:
        A_plus.append(V[col].min())
        A_minus.append(V[col].max())

A_plus = np.array(A_plus)
A_minus = np.array(A_minus)

print("\nA+")
print(np.round(A_plus,6))

print("\nA-")
print(np.round(A_minus,6))

# ====================================================
# 10. JARAK IDEAL POSITIF
# ====================================================

D_plus = np.sqrt(((V - A_plus)**2).sum(axis=1))

# ====================================================
# 11. JARAK IDEAL NEGATIF
# ====================================================

D_minus = np.sqrt(((V - A_minus)**2).sum(axis=1))

# ====================================================
# 12. NILAI PREFERENSI
# ====================================================

preferensi = D_minus / (D_plus + D_minus)

hasil = pd.DataFrame({
    'D+':D_plus,
    'D-':D_minus,
    'Preferensi':preferensi
})
```

```
hasil['Ranking'] = hasil['Preferensi'].rank(
    ascending=False,
    method='min'
)

hasil = hasil.sort_values(
    by='Preferensi',
    ascending=False
)

print("\nHASIL AKHIR TOPSIS")
print(hasil.round(6))
```

Lampiran 2 Fuzzy TOPSIS Gaussian

```
# ================================================
# IMPLEMENTASI FUZZY TOPSIS GAUSSIAN
# PENENTUAN LOKASI PASAR
# ================================================

import numpy as np
import pandas as pd

# ================================================
# LANGKAH 1 : INPUT DATA
# ================================================

alternatif = [
    "Torongrejo",
    "Tlekung",
    "Beji",
    "Junrejo",
    "Mojorejo",
    "Pendem",
    "Dadaprejo"
]

data = pd.DataFrame({
    "C1":[339.40,872.70,241.24,352.04,193.17,360.09,2
    "C2":[6249,5314,8403,11145,5944,12722,6997],
    "C3":[4.20,5.10,3.90,3.20,3.20,3.20,4.10]
}, index=alternatif)

print("="*60)
print("LANGKAH 1 : DATA AWAL")
print("="*60)
```

```
print(data.round(2))

# ==================================================
# LANGKAH 2 : MENENTUKAN PARAMETER GAUSSIAN
# ==================================================

parameter = pd.DataFrame(index=[
    "Min",
    "Mean",
    "Max",
    "Sigma"
])

for col in data.columns:

    nilai_min = data[col].min()
    nilai_mean = data[col].mean()
    nilai_max = data[col].max()

    sigma = (nilai_max - nilai_min)/3

    parameter[col] = [
        nilai_min,
        nilai_mean,
        nilai_max,
        sigma
    ]

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 2 : PARAMETER GAUSSIAN")
print("="*60)
print(parameter.round(2))

# ==================================================
# LANGKAH 3 : FUNGSI KEANGGOTAAN GAUSSIAN
# ==================================================

def gaussian(x,c,sigma):
    return np.exp(-((x-c)**2)/(2*sigma**2))

# ==================================================
# LANGKAH 4 : HITUNG NILAI KEANGGOTAAN
# ==================================================

hasil_gaussian = {}

for kriteria in data.columns:
```

```
    c_low = parameter.loc["Min",kriteria]
    c_medium = parameter.loc["Mean",kriteria]
    c_high = parameter.loc["Max",kriteria]
    sigma = parameter.loc["Sigma",kriteria]

    temp = []

    for x in data[kriteria]:

        low = gaussian(x,c_low,sigma)
        medium = gaussian(x,c_medium,sigma)
        high = gaussian(x,c_high,sigma)

        temp.append([low,medium,high])

    hasil_gaussian[kriteria] = pd.DataFrame(
        temp,
        columns=["Low","Medium","High"],
        index=alternatif
    )

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 4 : NILAI KEANGGOTAAN GAUSSIAN")
print("="*60)

for k in hasil_gaussian:
    print("\nKriteria",k)
    print(hasil_gaussian[k].round(4))

# ================================================
# LANGKAH 5 : MAX MEMBERSHIP
# ================================================

max_membership = pd.DataFrame(index=alternatif)

for kriteria in data.columns:
                            max_membership[kriteria]
hasil_gaussian[kriteria].max(axis=1)

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 5 : MAX MEMBERSHIP")
print("="*60)
print(max_membership.round(4))

# ================================================
# LANGKAH 6 : NORMALISASI
# ================================================
```

```
R = max_membership.values / np.sqrt(
    np.sum(max_membership.values**2, axis=0)
)

R = pd.DataFrame(
    R,
    index=alternatif,
    columns=data.columns
)

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 6 : MATRIKS NORMALISASI")
print("="*60)
print(R.round(6))

# ====================================================
# LANGKAH 7 : NORMALISASI TERBOBOT
# ====================================================

bobot = np.array([
    0.25, # C1
    0.40, # C2
    0.35, # C3
])

Y = R * bobot

Y = pd.DataFrame(
    Y,
    index=alternatif,
    columns=data.columns
)

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 7 : NORMALISASI TERBOBOT")
print("="*60)
print(Y.round(6))

# ====================================================
# LANGKAH 8 : SOLUSI IDEAL POSITIF
# C1 BENEFIT
# C2 BENEFIT
# C3 COST
# ====================================================

A_plus = np.array([
```

```
    Y["C1"].max(),
    Y["C2"].max(),
    Y["c3"].min()
])

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 8 : SOLUSI IDEAL POSITIF (A+)")
print("="*60)
print(np.round(A_plus,6))

# ======================================================
# LANGKAH 9 : SOLUSI IDEAL NEGATIF
# ======================================================

A_minus = np.array([
    Y["C1"].min(),
    Y["C2"].min(),
    Y["C3"].max()
])

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 9 : SOLUSI IDEAL NEGATIF (A-)")
print("="*60)
print(np.round(A_minus,6))

# ======================================================
# LANGKAH 10 : JARAK SOLUSI IDEAL POSITIF
# ======================================================

D_plus = np.sqrt(
    np.sum(
        (Y.values - A_plus)**2,
        axis=1
    )
)

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 10 : JARAK SOLUSI IDEAL POSITIF (D+)")
print("="*60)

for alt, d in zip(alternatif,D_plus):
    print(f"{alt:12s} : {d:.6f}")

# ======================================================
# LANGKAH 11 : JARAK SOLUSI IDEAL NEGATIF
# ======================================================
```

```
D_minus = np.sqrt(
    np.sum(
        (Y.values - A_minus)**2,
        axis=1
    )
)

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 11 : JARAK SOLUSI IDEAL NEGATIF (D-)")
print("="*60)

for alt, d in zip(alternatif,D_minus):
    print(f"{alt:12s} : {d:.6f}")

# ====================================================
# LANGKAH 12 : NILAI PREFERENSI
# ====================================================

V = D_minus / (D_minus + D_plus)

print("\n")
print("="*60)
print("LANGKAH 12 : NILAI PREFERENSI")
print("="*60)

for alt, v in zip(alternatif,V):
    print(f"{alt:12s} : {v:.6f}")

# ====================================================
# LANGKAH 13 : RANKING AKHIR
# ====================================================

hasil = pd.DataFrame({
    "D_plus": D_plus,
    "D_minus": D_minus,
    "Preferensi": V
}, index=alternatif)

hasil = hasil.sort_values(
    by="Preferensi",
    ascending=False
)

hasil["Ranking"] = range(1,len(hasil)+1)

print("\n")
print("="*60)
```

```
print("LANGKAH 13 : RANKING AKHIR")
print("="*60)
print(hasil.round(6))
```

RIWAYAT HIDUP

Putri Wahyu Cahyani, biasa dipanggil Putri, lahir di Malang 20 November 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Kariyono dan Ibu Wagini. Penulis bertempat tinggal di Dusun Grangsil, Desa Jambangan, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang.

Penulis telah menempuh pendidikan mulai dari RA Miftahul Huda yang lulus pada tahun 2009, dilanjutkan menempuh pendidikan Madrasah Ibtidaiyah di MI Miftahul Huda dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengan pertama di SMP Raudlatul Ulum dan lulus pada tahun 2018. Setelah itu, melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Raudlatul Ulum dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi. Selama menempuh pendidikan tinggi, penulis turut berkontribusi aktif dalam berbagai kegiatan baik internal maupun eksternal kampus. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan internal maupun eksternal kampus serta mengikuti kegiatan di luar kampus seperti pelatihan dan seminar.

Penulis menyadari bahwa perjalanan pendidikan hingga jenjang sarjana tidak terlepas dari dukungan, doa, dan pengorbanan orang tua, keluarga, dosen, serta berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan motivasi. Dengan penuh rasa syukur, penulis berharap ilmu yang diperoleh selama masa perkuliahan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat, bangsa, dan agama, serta menjadi bekal untuk terus belajar, berkembang, dan berkarya di masa yang akan datang.

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama	:	Putri Wahyu Cahyani
NIM	:	210601110018
Fakultas / Jurusan	:	Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi	:	Analisis Sensitivitas *Fuzzy* TOPSIS terhadap Fungsi Keanggotaan Segitiga dan Gaussian pada Pemilihan Lokasi Pasar.
Pembimbing I	:	Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D.
Pembimbing II	:	Abdul Aziz, M.Si.

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	10 Oktober 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	1.
2.	13 November 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	2.
3.	24 April 2025	Konsultasi Bab I, II, dan III	3.
5.	15 Mei 2025	Konsultasi Bab I, II, dan III	4.
6.	20 Mei 2025	ACC Bab I, II, dan III	5.
6.	21 Mei 2025	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	6.
7.	23 Mei 2025	ACC Kajian Agama Bab I dan II	7.
8.	02 September 2025	ACC Seminar Proposal	8.
9.	08 September 2025	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	9.
10.	23 September 2025	Konsultasi Bab IV dan V	10.
11.	28 Oktober 2025	Konsultasi Bab IV dan V	11.
12.	18 November 2025	Konsultasi Bab IV dan V	12.
13.	25 November 2025	ACC Bab IV dan V	13.
14.	27 November 2025	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	14.

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

15.	28 November 2025	ACC Kajian Agama Bab IV	15.
16.	28 November 2025	ACC Seminar Hasil	16.
17.	25 Mei 2026	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	17.
18.	04 Juni 2026	ACC Sidang Skripsi	18.
19.	15 Juni 2026	ACC Keseluruhan	19.

Malang, 15 Juni 2026
Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Fachrur Rozi, M.Si.
NIP. 19800527 200801 1 012