

SKRIPSI

**PENERAPAN ENTROPI *PYTHAGOREAN FUZZY* BARU
UNTUK PENGAMBILAN KEPUTUSAN MENGGUNAKAN
ISTILAH LINGUISTIK STUDI KASUS : PENENTUAN
LOKASI TPST PENGANTI TPA PIYUNGAN**



ZAHROTUL WAKHIDAH
21106010045
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025

**PENERAPAN ENTROPI *PYTHAGOREAN FUZZY* BARU
UNTUK PENGAMBILAN KEPUTUSAN MENGGUNAKAN
ISTILAH LINGUISTIK STUDI KASUS : PENENTUAN
LOKASI TPST PENGGANTI TPA PIYUNGAN**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Matematika



diajukan oleh

ZAHROTUL WAKHIDAH

21106010045

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp : -

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

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : Zahrotul Wakhidah
NIM : 21106010045
Judul Skripsi : Penerapan Entropi *Pythagorean Fuzzy* Baru untuk Pengambilan Keputusan Menggunakan Istilah Linguistik Studi Kasus : Penentuan Lokasi TPST Pengganti TPA Piyungan

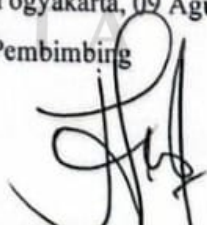
sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 09 Agustus 2025

Pembimbing


Arif Munandar, M.Sc.

NIP. 19920721 201903 1 013



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1922/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Penerapan Entropi Pythagorean Fuzzy Baru untuk Pengambilan Keputusan Menggunakan Istilah Linguistik Studi Kasus : Penentuan Lokasi TPST Pengganti TPA Piyungan

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ZAHROTUL WAKHIDAH
Nomor Induk Mahasiswa : 21106010045
Telah diujikan pada : Selasa, 19 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Arif Munandar, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 68a7241413f11



Penguji I
Deddy Rahmadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 68a70f685bab6



Penguji II
Pipit Pratiwi Rahayu, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 68a598fb06b64



Yogyakarta, 19 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68a8a32bc5b6e

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zahrotul Wakhidah
NIM : 21106010045
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 09 Agustus 2025



Zahrotul Wakhidah

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Skripsi ini kupersembahkan untuk diriku sendiri yang telah bertahan dan terus melangkah, serta untuk kedua orang tua, keluarga, dan teman-teman yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, dan semangat dalam setiap langkah.

HALAMAN MOTTO



”Keraguan adalah musuh terbesar dari keberhasilan.” ”Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.” (QS. Al-Baqarah: 286)

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat, serta hidayah-Nya. Berkat izin dan pertolongan-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Penerapan Entropi Pythagorean Fuzzy Baru untuk Pengambilan Keputusan dengan Menggunakan Istilah Linguistik Studi Kasus : Penentuan Lokasi TPST Pengganti TPA Piyungan”* Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika.

Proses penyusunan skripsi ini tentunya bukan perjalanan yang mudah. Ada banyak tahapan ketika penulis merasa bingung, kewalahan memahami konsep, bahkan sempat mengalami kebuntuan. Namun, berkat doa, semangat, serta dukungan dari berbagai pihak, akhirnya semua rintangan bisa dilalui dan skripsi ini pun berhasil diselesaikan.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing, dan memberikan motivasi selama proses penulisan. Ucapan terima kasih khusus penulis tujukan kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika.
3. Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan kepada penulis selama menempuh pendidikan.

4. Arif Munandar, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu bermanfaat dan memberikan pelayanan administrasi akademik.
6. Orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam segala hal.
7. Sahabat-sahabat penulis yang memberikan semangat dan bantuan selama proses studi.
8. Semua pihak lain yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua yang membacanya. Penulis juga berharap kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, 1 Juni 2025

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Zahrotul Wakhidah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMBANG	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Tinjauan Pustaka	6
1.7. Metode Penelitian	10
1.8. Sistematika Penulisan	11
II DASAR TEORI	13

2.1. Himpunan <i>Fuzzy</i>	13
2.2. <i>Intuitionistic Fuzzy Set (IFS)</i>	18
2.3. <i>Pythagorean Fuzzy Set (PFS)</i>	21
2.4. Entropi	25
2.4.1. Entropi dalam Himpunan <i>Fuzzy</i>	26
2.4.2. Entropi dalam Himpunan <i>Pythagorean Fuzzy</i>	28
2.5. <i>Multi-Criteria Decision Making (MCDM)</i>	31
2.5.1. <i>Multi-Objective Decision Making (MODM)</i>	32
2.5.2. <i>Multi-Attribute Decision Making (MADM)</i>	33
2.6. <i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TO- PSIS)</i>	37
III Pembahasan	42
3.1. Entropi baru pada Himpunan <i>Pythagorean Fuzzy</i>	42
3.2. Penggunaan Entropi <i>Pythagorean Fuzzy</i> dalam Penentuan Bobot Kriteria untuk Pengambilan Keputusan	47
3.2.1. Tahapan Umum dalam Pengambilan Keputusan Multikriteria	48
IV Studi Kasus	
Penentuan Lokasi TPST Pengganti TPA Piyungan	62
4.1. Deskripsi Kasus	62
4.2. Alternatif dan Kriteria	63
4.3. Evaluasi Linguistik dan Tahapan Perhitungan Metode	64
V PENUTUP	74
5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
Curriculum Vitae	80

DAFTAR TABEL

1.1 Perbedaan dan Persamaan Penelitian (Bagian 1)	8
1.2 Perbedaan dan Persamaan Penelitian (Bagian 2)	9
2.1 Matriks keputusan untuk pemilihan laptop	33
2.2 Matriks keputusan untuk tiga alternatif berdasarkan tiga kriteria	38
3.1 Evaluasi Linguistik terhadap Bobot Kriteria oleh Pengambil Keputusan	51
3.2 Evaluasi Linguistik terhadap Alternatif oleh Pengambil Keputusan	52
3.3 Penilaian Linguistik terhadap Alternatif oleh Pengambil Keputusan	53
3.4 Analisis dari Tabel 3	54
3.5 Penilaian Alternatif terhadap Kriteria	54
3.6 Analisis dari Tabel 5	55
3.7 Bobot Pengambil Keputusan	55
3.8 Matriks keputusan fuzzy Pythagoras teragregasi yang dinormalisasi	57
3.9 Evaluasi Nilai Entropi dan Bobot untuk Setiap Kriteria	59
3.10 Jarak dan Tingkat Kedekatan Relatif untuk Semua Alternatif	61
4.1 Evaluasi Linguistik terhadap Alternatif dan Bobot Kriteria oleh Pengambil Keputusan	65
4.2 Penilaian Linguistik terhadap Alternatif oleh Pengambil Keputusan	66
4.3 Konversi Penilaian Linguistik ke PFNs	67
4.4 Penilaian Akhir Alternatif terhadap Kriteria (Linguistik)	67
4.5 Penilaian Akhir Alternatif terhadap Kriteria dalam PFNs	68
4.6 Penilaian Bobot oleh Pengambil Keputusan	68

4.7 Bobot Normalisasi Pengambil Keputusan	69
4.8 Matriks Keputusan dalam PFNs (μ, σ)	70
4.9 Hasil Entropi dan Bobot Kriteria	71
4.10 Solusi Ideal Positif dan Negatif	72
4.11 Hasil Perhitungan Jarak dan Nilai Kedekatan Relatif	72



DAFTAR GAMBAR

1.1 Skema Metode Penelitian	11
2.1 Fungsi keanggotaan <i>fuzzy</i> “skor tinggi”	16
2.2 Fungsi keanggotaan suhu udara	17
2.3 Grafik Fungsi Keanggotaan dan Nonkeanggotaan pada Himpunan	
Nilai Tinggi	21
3.1 Skema Langkah-Langkah Penelitian	49

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMBANG

$x \in A$	: x anggota A
$A \subseteq X$	: A himpunan bagian (<i>subset</i>) atau sama dengan X
$\mathbb{N}$	: himpunan semua asli
$\mathbb{Z}$	: himpunan semua bilangan bulat
$\mathbb{Z}^+$	: himpunan semua bilangan bulat positif
$\mathbb{R}$	: himpunan semua bilangan real
C_r^n	: r –kombinasi dari n unsur yang berbeda
■	: akhir suatu bukti
□	: akhir suatu contoh
$\rightarrow$	: menuju
$\sum_{i=1}^n a_i$	: penjumlahan $a_1 + a_2 + \cdots + a_n$
$\prod_{i=1}^n a_i$	: perkalian $a_1 \cdot a_2 \cdot \cdots \cdot a_n$
$p \Rightarrow q$	: jika p maka q
$\Leftrightarrow$	: jika dan hanya jika
$x \leftarrow a$	: nilai a dimasukkan ke x

INTISARI

Penerapan Entropi *Pythagorean Fuzzy* Baru untuk Pengambilan Keputusan

Menggunakan Istilah Linguistik Studi Kasus : Penentuan Lokasi TPST

Pengganti TPA Piyungan

Oleh

Zahrotul Wakhidah

21106010045

Ketidakpastian dalam data linguistik menjadi tantangan utama dalam pengambilan keputusan multikriteria. Penelitian ini mengkaji bentuk baru entropi pada himpunan *Pythagorean fuzzy* sebagai ukuran objektif terhadap ketidakpastian yang memenuhi aksioma validitas entropi. Entropi ini diintegrasikan dengan metode TOPSIS untuk menentukan peringkat alternatif secara sistematis. Penerapannya ditunjukkan dalam studi kasus pemilihan lokasi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) pengganti TPA Piyungan, berdasarkan kriteria penggunaan lahan, kualitas air, topografi, dan jarak dari permukiman. Evaluasi dilakukan oleh tiga pengambil keputusan menggunakan istilah linguistik yang dikonversi ke dalam *Pythagorean Fuzzy Numbers*. Hasil menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu menghasilkan bobot kriteria secara objektif dan mendukung keputusan yang lebih akurat.

Kata kunci : *Pythagorean Fuzzy Sets*, Entropi, TOPSIS, MCDM, Ketidakpastian Linguistik

ABSTRACT

Application of New Pythagorean Fuzzy Entropy for Decision Making Using Linguistic Terms Case Study : Selection of a TPST Location to Replace the Piyungan Landfill

By

Zahrotul Wakhidah

21106010045

Uncertainty in linguistic data presents a major challenge in multi-criteria decision-making. This study explores a novel form of entropy on Pythagorean fuzzy sets as an objective measure of uncertainty that satisfies the validity axioms of entropy. This entropy is integrated with the TOPSIS method to systematically rank alternatives. The approach is applied to a case study on selecting a site for an Integrated Waste Processing Facility (TPST) to replace the Piyungan landfill, based on criteria such as land use, water quality, topography, and distance from residential areas. The evaluation was carried out by three decision-makers using linguistic terms converted into Pythagorean Fuzzy Numbers. The results show that this approach can objectively generate criterion weights and support more accurate decision-making.

Keywords: Pythagorean Fuzzy Sets, Entropy, TOPSIS, MCDM, Linguistic Uncertainty

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Manusia sebagai makhluk berpikir dan berusaha selalu dihadapkan pada berbagai pilihan dalam hidupnya. Dalam setiap pilihan tersebut, manusia dituntut untuk mengambil keputusan yang bijak dan tepat, karena keputusan yang diambil akan memengaruhi masa depan dan keadaan dirinya sendiri. Hal ini sejalan dengan firman Allah SWT dalam QS. *Ar-Ra'd: 11*:

إِنَّ اللَّهَ لَا يَغَيِّرُ مَا بَقِيَ حَتَّى يَغْيُرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

Artinya: “Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

Ayat ini menjadi pengingat bahwa perubahan hanya akan terjadi jika manusia mau berusaha dan membuat keputusan yang mendorong kebaikan bagi dirinya maupun lingkungannya.

Manusia juga secara fitrah akan terus bergerak dan berkembang. Ketika satu tujuan telah tercapai, akan muncul tujuan berikutnya yang ingin diraih. Dalam Al-Qur'an surat *Al-Insyirah: 7*, Allah SWT berfirman:

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ

Artinya: “Apabila engkau telah selesai (dengan suatu kebajikan), teruslah bekerja keras (untuk kebajikan yang lain).”

Ayat ini mengajarkan pentingnya kesinambungan dalam usaha, termasuk dalam peningkatan kualitas pengambilan keputusan yang berbasis data dan rasionalitas.

Dalam dunia nyata, pengambilan keputusan kerap melibatkan data yang bersifat tidak pasti, kabur, atau dinyatakan secara linguistik seperti "baik", "cukup", atau "buruk". Data semacam ini tidak dapat diolah secara efektif dengan pendekatan klasik yang berbasis numerik pasti, karena mengandung ambiguitas dan subjektivitas. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan matematis yang mampu menangani ketidakpastian tersebut secara fleksibel dan sistematis.

Salah satu pendekatan yang relevan adalah teori himpunan *fuzzy*, yang kemudian berkembang menjadi *Intuitionistic Fuzzy Sets* (IFS) dan diperluas lagi menjadi *Pythagorean Fuzzy Sets* (PFS). PFS memberikan keleluasaan lebih besar dalam memodelkan ketidakpastian karena memperbolehkan jumlah kuadrat derajat keanggotaan dan ketidakanggotaan tidak melebihi satu. Hal ini menjadikan PFS lebih unggul dalam merepresentasikan informasi linguistik dibanding pendekatan sebelumnya.

Namun, keberhasilan metode pengambilan keputusan multikriteria (*Multi-Criteria Decision Making/MCDM*) tidak hanya bergantung pada representasi data saja, tetapi juga pada proses penentuan bobot kriteria yang digunakan dalam proses pemeringkatan. Pemberian bobot yang bersifat subjektif berisiko menimbulkan bias, sehingga diperlukan pendekatan objektif seperti metode entropi untuk menentukan seberapa informatif atau seberapa kabur suatu kriteria.

Dalam konteks ini, (Thakur et al., 2022) mengusulkan bentuk baru dari entropi *fuzzy* yang dirancang khusus untuk PFS. Entropi baru ini memiliki empat aksioma yaitu, minimalitas, maksimalitas, simetri, dan resolusi. Keunggulan ini menjadikannya cocok sebagai alat untuk menentukan bobot kriteria secara objektif dalam

sistem pengambilan keputusan berbasis data linguistik yang tidak pasti.

Penelitian ini berfokus pada penerapan dan analisis entropi *Pythagorean fuzzy* yang baru, serta integrasinya dengan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Studi kasus penentuan lokasi TPST pengganti TPA Piyungan digunakan sebagai konteks untuk menunjukkan bagaimana model matematis tersebut dapat diimplementasikan dalam situasi nyata.

Dengan mengutamakan aspek teoritis dari metode entropi *pythagorean fuzzy* baru dan keunggulan representasi PFS, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan model pengambilan keputusan berbasis ketidakpastian, yang tidak hanya relevan secara praktis, tetapi juga kuat secara matematis.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menilai validitas entropi *Pythagorean fuzzy* baru sebagai ukuran objektif dalam menghadapi ketidakpastian data linguistik?
2. Bagaimana entropi *Pythagorean fuzzy* baru dapat digunakan dalam kerangka metode TOPSIS untuk mendukung proses pengambilan keputusan multikriteria?
3. Bagaimana penerapan pendekatan tersebut dalam membantu menentukan alternatif lokasi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) pengganti TPA Piyungan secara sistematis dan berbasis data?

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada pengkajian dan penerapan metode entropi *Pythagorean fuzzy* baru dalam sistem pengambilan keputusan multikriteria. Ruang lingkup utama mencakup pembuktian validitas entropi sebagai ukuran ketidakpastian data linguistik serta integrasinya ke dalam kerangka metode TOPSIS sebagai pendekatan pemeringkatan alternatif.

Untuk mendukung pembahasan teoritis tersebut, penelitian ini juga disertai studi kasus pemilihan lokasi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) penggantian TPA Piyungan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Studi kasus ini melibatkan tiga alternatif lokasi, yaitu TPST Niten (Bantul), TPST Tamanmartani (Sleman), dan TPST Nitikan (Yogyakarta). Evaluasi dilakukan berdasarkan empat kriteria utama yang telah ditentukan, yaitu penggunaan lahan, kualitas air, kondisi topografi, dan jarak dari permukiman (Febrianti, 2025).

Data penilaian kriteria diberikan oleh tiga pengambil keputusan dalam bentuk istilah linguistik, seperti “baik”, “cukup”, atau “buruk”. Istilah tersebut dikonversi ke dalam *Pythagorean Fuzzy Numbers* (PFNs) untuk kemudian diolah secara matematis. Penentuan bobot kriteria dilakukan menggunakan metode entropi *Pythagorean fuzzy* baru secara objektif, sebagaimana dikembangkan oleh (Thakur et al., 2022), tanpa menggunakan pendekatan subjektif seperti wawancara atau teknik pembobotan manual.

Penelitian ini hanya menggunakan metode TOPSIS sebagai kerangka pengambilan keputusan, dan tidak mencakup perbandingan dengan metode MCDM lainnya seperti AHP, VIKOR, atau PROMETHEE. Selain itu, fokus penelitian tidak mencakup aspek teknis, operasional, atau kebijakan pengelolaan sampah secara menyeluruh, melainkan terbatas pada sisi pemodelan matematis dan penerapannya

dalam konteks pengambilan keputusan berbasis data linguistik.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengkaji validitas entropi *Pythagorean fuzzy* baru sebagai ukuran objektif dalam menangani ketidakpastian data linguistik dalam pengambilan keputusan multikriteria.
2. Mengintegrasikan entropi *Pythagorean fuzzy* baru ke dalam metode TOPSIS untuk membentuk pendekatan yang sistematis dan objektif dalam proses pengambilan keputusan.
3. Menerapkan pendekatan tersebut dalam studi kasus pemilihan alternatif lokasi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) pengganti TPA Piyungan berdasarkan evaluasi linguistik dan kriteria yang relevan.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi teoritis terhadap pengembangan ukuran ketidakpastian melalui penilaian validitas entropi *Pythagorean fuzzy* baru dalam konteks pengambilan keputusan berbasis data linguistik.
2. Menawarkan pendekatan integratif antara metode entropi *Pythagorean fuzzy* baru dan TOPSIS yang dapat digunakan sebagai kerangka pengambilan keputusan multikriteria secara objektif dan sistematis.
3. Menyediakan solusi terapan dalam penentuan alternatif lokasi fasilitas publik,

seperti TPST pengganti TPA Piyungan, dengan pendekatan yang mampu menangani ketidakpastian dan subjektivitas data penilaian.

4. Menjadi referensi bagi peneliti dan praktisi dalam menerapkan atau mengembangkan lebih lanjut metode MCDM berbasis *fuzzy* untuk berbagai permasalahan pengambilan keputusan di bidang lingkungan, perencanaan wilayah, dan kebijakan publik.

1.6. Tinjauan Pustaka

Sebagai acuan yang digunakan penulis untuk landasan teori dalam penulisan skripsi ini bersumber dari buku, makalah, jurnal, dan skripsi.

1. Artikel karya (Atanassov, 1996) berjudul *"On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory"* membahas dasar teori IFS yang memperkenalkan derajat keanggotaan, ketidakeanggotaan, dan keraguan. Penelitian ini menjadi pondasi bagi pengembangan PFS dalam memodelkan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan.
2. Artikel karya (Yager, 2013) berjudul *"Pythagorean Membership Grades in Multicriteria Decision Making"* memperluas konsep IFS menjadi PFS, memungkinkan penjumlahan kuadrat derajat keanggotaan dan ketidakeanggotaan hingga maksimal 1. Artikel ini tidak membahas entropi atau aplikasi MCDM secara langsung.
3. Artikel karya (Thakur et al., 2022) berjudul *"The Application of the New Pythagorean Fuzzy Entropy to Decision-Making using Linguistic Terms"* mengusulkan entropi baru pada PFS untuk pengambilan keputusan berbasis linguistik menggunakan metode TOPSIS, tanpa menyertakan pembuktian

matematis yang lengkap.

4. Buku karya (Triantaphyllou, 2000) berjudul "*Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*" membahas berbagai metode MCDM, termasuk struktur dasar MADM, namun tidak secara spesifik menerapkan pendekatan *fuzzy* atau entropi.
5. Buku karya (Hwang & Yoon, 1981b) berjudul "*Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*" memperkenalkan metode TOPSIS yang didasarkan pada jarak terhadap solusi ideal positif dan negatif. Buku ini digunakan sebagai dasar dalam metode peringkat alternatif dalam penelitian.
6. Skripsi karya (Febrianti, 2025) berjudul "*Implementasi Circular Intuitionistic Fuzzy Set Multi Criteria Decision Making Studi Kasus: Peralihan TPA Sampah Piyungan*" menyajikan studi kasus nyata pemilihan alternatif lokasi TPST pengganti TPA Piyungan menggunakan metode *Circular Intuitionistic Fuzzy Set* (C-IFS) dalam lingkungan MCDM. Penelitian ini mengadopsi pendekatan *fuzzy* lanjutan berbasis geometri dua dimensi dan mengintegrasikannya dalam proses pengambilan keputusan dengan menyertakan pembuktian konsep, prosedur perhitungan bobot, dan agregasi berbobot IFWA serta IFWG yang dijelaskan secara matematis dan aplikatif.

Sebagai upaya untuk menunjukkan posisi penelitian ini dalam konteks kajian yang telah ada, penulis menyusun sebuah tabel yang memuat uraian mengenai persamaan dan perbedaan antara penelitian yang dilakukan dengan sejumlah referensi atau studi terdahulu yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Tabel ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait kontribusi orisinal dan aspek kebaruan dari penelitian yang sedang dilakukan.

Tabel 1.1 Perbedaan dan Persamaan Penelitian (Bagian 1)

No	Judul (Tahun)	Penulis	Perbedaan	Persamaan
1.	<i>On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory</i> (1996)	K. T. Atanassov	Menjelaskan teori dasar IFS untuk memodelkan ketidakpastian dengan keanggotaan, non-keanggotaan, dan derajat keraguan. Tidak digunakan langsung dalam perhitungan entropi atau MCDM.	Menjadi dasar pengembangan PFS yang digunakan dalam penelitian.
2.	<i>Pythagorean Membership Grades in Multicriteria Decision Making</i> (2013)	R. R. Yager	Mengembangkan konsep PFS sebagai generalisasi dari IFS tanpa penerapan entropi atau kasus pengambilan keputusan tertentu.	Sama-sama membahas teori PFS sebagai kerangka representasi data tidak pasti.
3.	<i>The Application of the New Pythagorean Fuzzy Entropy to Decision-Making using Linguistic Terms</i> (2022)	Thakur, Kaczyńska, Gandra, Saini, Sałabun	Mengusulkan formula entropi baru PFS dan menerapkannya pada studi kasus pemilihan apotek berbasis linguistik. Tidak menyajikan pembuktian matematis secara lengkap.	Sama-sama menggunakan entropi baru PFS untuk menghitung bobot objektif dalam MCDM.

Tabel 1.2 Perbedaan dan Persamaan Penelitian (Bagian 2)

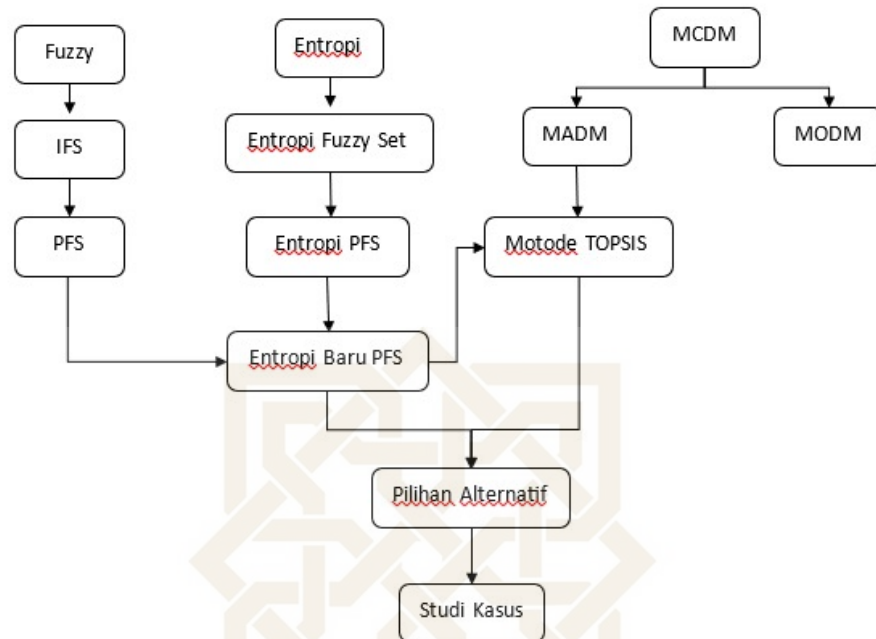
No	Judul (Tahun)	Penulis	Perbedaan	Persamaan
4.	<i>Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications</i> (2000)	E. Triantaphyllou	Buku referensi tentang klasifikasi dan metode MADM tanpa integrasi dengan entropi atau <i>fuzzy</i> .	Menjadi dasar konseptual MADM dalam kerangka pemilihan alternatif multikriteria.
5.	<i>Multiple Attribute Decision Making based on TOPSIS</i> (1981)	C. L. Hwang dan K. Yoon	Menjelaskan algoritma dasar TOPSIS tanpa integrasi <i>fuzzy</i> atau entropi.	Sama-sama menggunakan prinsip solusi ideal positif dan negatif untuk pemeringkatan.
6.	<i>Implementasi Circular Intuitionistic Fuzzy Set Multi Criteria Decision Making Studi Kasus: Peralihan TPA Sampah Piyungan</i> (2025)	Alfina Berliana Febrianti	Menggunakan studi kasus pemilihan lokasi alternatif TPST sebagai pengganti TPA Piyungan dengan metode <i>Circular Intuitionistic Fuzzy Set</i> (C-IFS), termasuk pembobotan kriteria dan agregasi IFWA serta IFWG secara matematis.	Sama-sama menyelesaikan masalah pemilihan alternatif dengan pendekatan <i>fuzzy</i> lanjutan dan metode pengam- bilan keputusan multikriteria (MCDM).

1.7. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*library research*), yang dilakukan dengan menelaah sumber-sumber ilmiah seperti jurnal internasional, buku referensi, serta artikel ilmiah terkait pengambilan keputusan multikriteria (MCDM), entropi *Pythagorean fuzzy*, dan metode TOPSIS. Penelitian ini bertujuan untuk memahami dan menjelaskan bagaimana metode entropi *Pythagorean fuzzy* diterapkan untuk menentukan bobot kriteria secara objektif dalam proses pengambilan keputusan dengan pendekatan TOPSIS.

Langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengulas konsep dasar himpunan *fuzzy*, *intuitionistic fuzzy sets*, dan *Pythagorean fuzzy sets* (PFS).
2. Mempelajari konsep entropi pada *Pythagorean fuzzy sets* beserta rumus dan sifat-sifat matematisnya.
3. Mengkaji teori dasar pengambilan keputusan multikriteria (MCDM) dan metode TOPSIS.
4. Menjelaskan cara perhitungan bobot kriteria menggunakan metode entropi *Pythagorean fuzzy*.
5. Menyusun prosedur pengambilan keputusan berbasis TOPSIS dengan bobot dari entropi *Pythagorean fuzzy*.
6. Menyajikan contoh kasus numerik untuk menunjukkan penerapan metode dalam pengambilan keputusan.



Gambar 1.1 Skema Metode Penelitian

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini terbagi menjadi lima bab, yaitu sebagai berikut:

BAB 1 : Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : Bab ini berisi landasan teori yang membahas konsep dasar pengambilan keputusan multikriteria (MCDM), teori himpunan *fuzzy*, *intuitionistic fuzzy sets*, *pythagorean fuzzy sets*, konsep entropi dalam konteks *fuzzy*, serta metode TOPSIS.

- BAB 3** : Bab ini menjelaskan secara rinci metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk perumusan model entropi *pythagorean fuzzy*, penentuan bobot kriteria secara objektif menggunakan entropi, dan tahapan metode TOPSIS berbasis *fuzzy*.
- BAB 4** : Bab ini menyajikan studi kasus yang menggambarkan penerapan metode entropi *pythagorean fuzzy* dan TOPSIS dalam menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan multikriteria, disertai analisis dan pembahasan hasil.
- BAB 5** : Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

Bab penutup ini akan diberikan kesimpulan dan saran-saran yang dapat diambil berdasarkan materi-materi yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi validitas bentuk baru dari metode entropi *Pythagorean fuzzy* dalam menangani ketidakpastian data linguistik, serta mengintegrasikannya dengan metode TOPSIS dalam kerangka pengambilan keputusan multikriteria (MCDM). Melalui studi kasus pemilihan lokasi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) pengganti TPA Piyungan, metode ini diuji untuk mengetahui keefektifannya dalam menghasilkan bobot kriteria secara objektif dan mendukung proses pemeringkatan alternatif.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Entropi *Pythagorean fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini terbukti valid secara matematis dan memenuhi aksioma validitas entropi yaitu minimalitas, maksimalitas, simetri, dan resolusi. Hal ini menjadikannya alat yang dapat diandalkan dalam mengukur ketidakpastian data linguistik secara objektif.
2. Integrasi metode entropi tersebut dengan TOPSIS mampu menghasilkan sistem pengambilan keputusan yang sistematis, objektif, dan adaptif terhadap data linguistik yang tidak pasti. Pendekatan ini mempermudah proses penilaian alternatif tanpa ketergantungan pada subjektivitas individu.

3. Studi kasus yang dilakukan menunjukkan bahwa dari tiga alternatif lokasi TPST yang dievaluasi, yaitu TPST Nitikan (Yogyakarta), TPST Tamanmartani (Sleman), dan TPST Niten (Bantul), hasil pemeringkatan akhir menunjukkan bahwa:

- (a) TPST Nitikan merupakan alternatif terbaik,
- (b) disusul oleh TPST Tamanmartani,
- (c) dan terakhir TPST Niten.

Dengan demikian, pendekatan entropi *Pythagorean fuzzy*–TOPSIS terbukti memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kualitas keputusan, khususnya dalam konteks data linguistik dan ketidakpastian seperti yang banyak dijumpai dalam perencanaan lingkungan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, penulis menyampaikan beberapa saran berikut yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Pengembangan metode: Diperlukan kajian lanjutan untuk mengembangkan dan menguji bentuk entropi *Pythagorean fuzzy* lainnya yang mungkin lebih adaptif terhadap jenis ketidakpastian yang berbeda.
2. Implementasi pada domain berbeda: Metode yang telah dikembangkan sebaiknya diterapkan pada permasalahan pengambilan keputusan lain, seperti seleksi proyek, evaluasi risiko, penentuan lokasi industri, dan pemilihan strategi dalam manajemen bencana, agar dapat menguji konsistensi dan fleksibilitas metode dalam konteks yang beragam.

3. Integrasi dengan pendekatan lain: Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan metode entropi ini dengan metode MCDM lainnya, seperti VIKOR, PROMETHEE, atau ELECTRE, guna membandingkan performa dan stabilitas hasil keputusan.
4. Pengembangan perangkat lunak: Disarankan untuk mengembangkan perangkat bantu komputasi atau antarmuka sistem pendukung keputusan berbasis entropi *Pythagorean fuzzy*-TOPSIS, agar metode ini dapat diimplementasikan secara luas dan mudah digunakan oleh instansi pemerintah maupun pelaku pengambilan keputusan lainnya.

Dengan demikian, saran-saran yang disampaikan diharapkan dapat menjadi arahan konstruktif bagi pengembangan metode dan implementasi nyata dari pendekatan entropi *Pythagorean fuzzy*-TOPSIS. Pendekatan ini diharapkan mampu memperkuat pengambilan keputusan yang lebih sistematis, transparan, dan responsif terhadap kompleksitas data linguistik dalam berbagai sektor strategis, khususnya di bidang lingkungan dan perencanaan infrastruktur berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atanassov, K. T. (1996). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1):87–96, DOI: [10.1016/S0165-0114\(96\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(96)00034-5).
- Belton, V. & Stewart, T. J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Kluwer Academic Publishers.
- Cakir, E. & Yildirim, M. (2021). A new circular intuitionistic fuzzy mcdm: A case of covid-19 medical waste landfill site evaluation. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 41(1):1059–1072.
- DIY, D. (2023a). Perda rtrw tahun 2023. Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta.
- DIY, D. (2023b). Surat resmi gubernur diy terkait desentralisasi sampah. Yogyakarta.
- Febrianti, A. B. (2025). Implementasi circular intuitionistic fuzzy set multi criteria decision making studi kasus: Peralihan tpa sampah piyungan.
- Hadi, S. (2013). *Sistem Pendukung Keputusan: Teori dan Aplikasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta, ISBN: [978-979-756-872-5](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(96)00034-5).
- Hwang, C. & Yoon, K. (1981a). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York.
- Hwang, C.-L. & Yoon, K. (1981b). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer.

- Jean-Marc Girault, A. H.-H. (2018). Centered and averaged fuzzy entropy to improve fuzzy entropy precision. *Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes (LARIS), Univ Angers, 49000 Angers, France Correspondence*, pages 20,287.
- Klir, G. J. & Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Mariana, D. (2019). *Pengambilan Keputusan Multikriteria: Teori dan Aplikasi*. Deepublish, Yogyakarta, ISBN: [978-623-209-320-4](#).
- Peng, X., Yang, Y., & Yuan, H. (2019). Pythagorean fuzzy information measures and applications in mcdm. *International Journal of Intelligent Systems*, 34(5):1014–1030, DOI: [10.1002/int.22089](#).
- PERKIM (2024). Laporan pengelolaan sampah diy. Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman DIY.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3):379–423.
- Sulistya (2023). Kondisi darurat tpa piyungan. Harian Jogja.
- Thakur, P., Kaczyńska, A., Gandotra, N., Saini, N., & Saġabun, W. (2022). The application of the new pythagorean fuzzy entropy to decision-making using linguistic terms. *Procedia Computer Science*, 207:437–446, DOI: [10.1016/j.procs.2022.09.093](#).
- Thao, N. X. & Smarandache, F. (2019). A new fuzzy entropy on pythagorean fuzzy sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 37(1):1065–1074.

- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Springer.
- Yager, R. R. (1979). On the measure of fuzziness and negation. *Information Sciences*, 18(3):245–270.
- Yager, R. R. (2013). Pythagorean fuzzy subsets. *Conference: 2013 Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting*, pages 57–61.
- Yager, R. R. (2014). Pythagorean fuzzy subsets. In *Proceedings of the Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting (IFSA/NAFIPS)*, pages 57–61. IEEE.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3):338–353.