

**SKRIPSI**

**IMPLEMENTASI *CIRCULAR INTUTIONISTIC FUZZY SET*  
*MULTI CRITERIA DECISION MAKING*  
STUDI KASUS : PERALIHAN TPA SAMPAH PIYUNGAN**



**ALFINA BERLIANA FEBRIANTI**  
**21106010050**  
STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

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

**2025**

**IMPLEMENTASI *CIRCULAR INTUTIONISTIC FUZZY SET***  
***MULTI CRITERIA DECISION MAKING***  
**STUDI KASUS : PERALIHAN TPA SAMPAH PIYUNGAN**

Skripsi

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



diajukan oleh

**ALFINA BERLIANA FEBRIANTI**

**21106010050**

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 : Alfina Berliana Febrianti

NIM : 21106010050

Judul Skripsi : Implementasi *Circular Intuitionistic Fuzzy Set Multi Criteria Decision Making* Studi Kasus : Peralihan TPA Sampah 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 berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 28 Mei 2025

Pembimbing

Arif Munandar, M.Sc.

NIP. 19920721 201903 1 013



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1093/Un.02/DST/PP.00.9/06/2025

Tugas Akhir dengan judul : Implementasi Circular Intuitionistic Fuzzy Set Multi Criteria Decision Making Studi Kasus : Peralihan TPA Sampah Piyungan

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ALFINA BERLIANA FEBRIANTI  
Nomor Induk Mahasiswa : 21106010050  
Telah diujikan pada : Selasa, 03 Juni 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: 684f778f83851



Penguji I  
Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 684f75ba4d49c



Penguji II  
Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 684f7a461d38f



Yogyakarta, 03 Juni 2025  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 684f89bc0ab44

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alfina Berliana Febrianti

NIM : 21106010050

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, 28 Mei 2025



Alfina Berliana Febrianti

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## HALAMAN PERSEMBAHAN



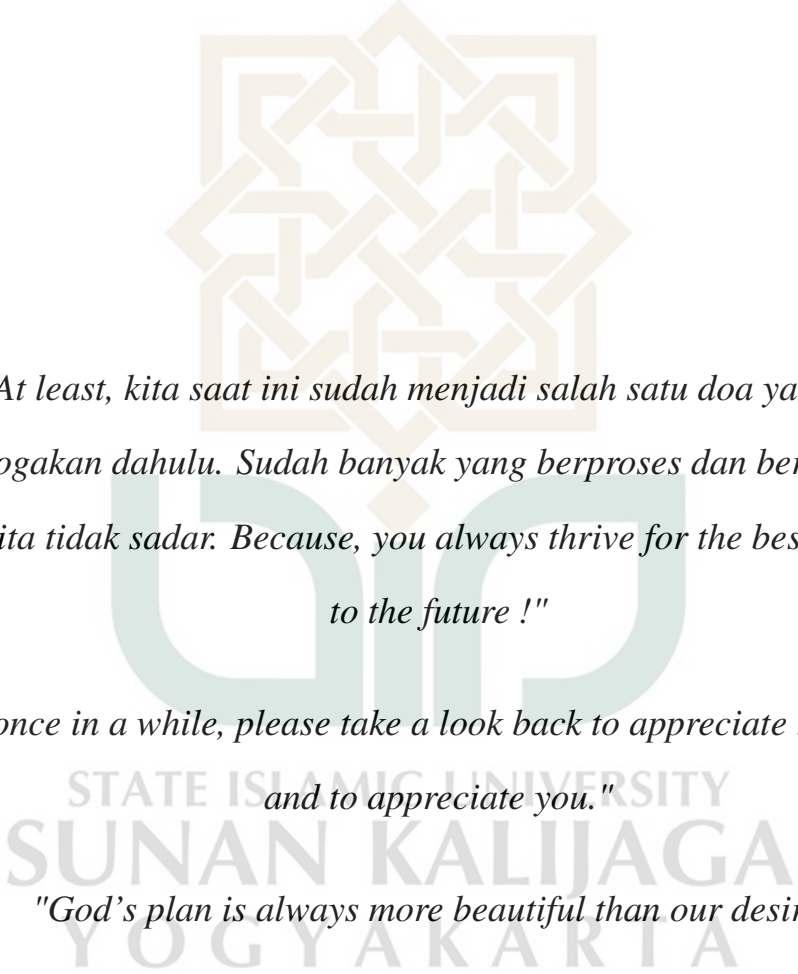
*Penulis mempersembahkan karya sederhana ini untuk:*

*Almamaterku, Keluargaku,*

*Seluruh orang yang selalu mendoakan kebaikan untuk diriku,*

*serta Diriku sendiri.*

## HALAMAN MOTTO



*"At least, kita saat ini sudah menjadi salah satu doa yang kita semogakan dahulu. Sudah banyak yang berproses dan berprogress, tapi kita tidak sadar. Because, you always thrive for the best and focus to the future !"*

*"For once in a while, please take a look back to appreciate the process and to appreciate you."*

*"God's plan is always more beautiful than our desire."*

*"Trust to Allah.*

*Ask Him for the best guidance,  
for the best path, for the best result."*

## PRAKATA

*Allhamdulillahirabbil'alamin*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "*Implementasi Circular Intuitionistic Fuzzy Set Multi Criteria Decision Making* Studi Kasus : Peralihan TPA Sampah Piyungan". Penulisan skripsi ini diselesaikan sebagai salah satu prasyarat mencapai gelar Sarjana Matematika.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat banyak hambatan dan halangan. Namun berkat adanya motivasi, bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, *alhamdulillah* skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika.
3. Bapak Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan kepada penulis selama menempuh pendidikan, serta memberikan kesempatan penulis untuk berproses dan turut serta dalam beberapa kegiatan di prodi Matematika.
4. Bapak Arif Munandar, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam



penyusunan skripsi ini, serta memotivasi penulis dalam penyusunan tugas akhir ini hingga terselesaikan dengan lancar dan baik.

5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Matematika dan seluruh Dosen serta staf Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu bermanfaat dan memberikan pelayanan administrasi akademik yang baik.
6. Terima kasih yang tak terhingga untuk orangtua penulis Bapak Roniyanta dan Ibu Siti Aminawati. Terima kasih sudah selalu *mempresure*, memotivasi, dan mensupport dalam segala hal. Tak lupa atas doa yang selalu kebersamai langkah penulis dan kasih sayang tak terhingga, yang selalu mereka upayakan untuk yang terbaik bagi penulis. Terima kasih yang selalu mendengarkan segala keluh kesah cerita serta selalu menjadi "bestie" dan "rumah" bagi penulis. Semoga Bapak dan Mamak dapat selalu kebersamai langkah, sehat, panjang umur, dan bahagia selalu.
7. Terima kasih untuk seluruh Keluarga Besar penulis. Keluarga Besar Mbah Noto Suwarno, terima kasih Bude, Pakde, Mbak, Mas sepupu yang selalu mensupport dan mendoakan yang terbaik bagi penulis. Tak lupa, terima kasih sudah selalu mengupayakan hal-hal baik untuk penulis hingga penulis merasakan kehangatan keluarga itu. Tak lupa, terima kasih untuk keluarga Besar Mbah Atmo Minah yang juga selalu mensupport, mendoakan, serta selalu turut serta merayakan kebahagiaan penulis.
8. Terima kasih kepada sahabat sedari kecil penulis "Mbak iaa" yang selalu mendengarkan cerita, dan menyemangati penulis untuk selalu tenang dan akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa terima kasih kepada Mbak Rista, sobat sedari paudku, yang seringkali memberikan *insight meaningful*

dalam menjalani semester akhir ini.

9. Terima kasih kepada Azziyah, Anggi, Inne yang selalu mensupport penulis untuk tidak malas dan tidak menjadi seorang *deadliner*. Terima kasih sudah selalu memotivasi dan membersamai di masa rantauan ini, semoga segala hal baik menyertai kalian.
10. Terima kasih kepada Izah, Fadia, Nikmah, Laili, Afifah, Reni, Nur dan Citra yang mewarnai perjalanan perkuliahan penulis sedari maba hingga saat ini dan seterusnya, semoga kita semua sukses seperti nama grub wa itu.
11. Terima kasih kepada seluruh rekan seperjuangan "Matematika". Baik dari seperbimbingan Pak Arif 2021, dan seluruh rekan-rekan konsentrasi aljabar terima kasih sudah berjuang bersama. Tak lupa, terima kasih untuk seluruh teman-teman Prodi Matematika angkatan 2021 yang selalu menjadi Sobat Kajian, Sobat Konser, dan segala macam hal baik, seru, dan membahagiakan lainnya. Semoga suatu saat kita masih dapat bertemu.
12. Terima kasih kepada seluruh rekan-rekan *awardee* Beasiswa Bank Indonesia 2023/2024 dan 2024/2025. Terima kasih untuk proses berkembang, belajar, dan seluruh pengalaman hebat di GenBI Suka dan GenBI DIY. Terima kasih untuk rekan-rekan pengurus terkhusus PSDM GenBI Suka 2023. Serta, GenBI Regional DIY terkhusus Divisi Pendidikan dan Kebudayaan terima kasih Mirda, Toni, Indras, MbK Tata, Feninda atas pengalaman luar biasa yang diperoleh di kepengurusan ini yang turut mewarnai proses perjalanan ini.
13. Terima kasih kepada Anggi, Atika, Pauzz, Bunga, Dappa yang dari kepanitia-an Feslit GenBI DIY ternyata frekuensi ini berlanjut hingga menjadi "Penghuni Surga" terima kasih sudah selalu meroasting dan menghibur penulis untuk

menyelesaikan skripsi dan mewarisi masa butuh *support system* ini.

14. Terima kasih kepada sahabat penulis sedari SMP, Rinda, Fany, Desta, Najwa yang selalu mengupayakan menjalin silaturahmi dan selalu memastikan kabar satu sama lain. *Long last to our friendship.*
15. Terima kasih seluruh sobat SMP maupun SMA (Soul : Mipa 1), yang selalu memberikan tawa dan kebahagiaan bagi penulis. Terima kasih sudah saling bertukar cerita dan mengagendakan bertemu untuk banyak hal. Terima kasih terkhusus Rinda, Dila, Risa, Nur Aini, yang masih selalu mewarnai Jogja rasa Rongkop ini dan tak lupa seluruh sobat SOUL lainnya yang tak dapat penulis tuliskan satu per satu.
16. Terima kasih untuk seluruh rekan organisasi yang mewarnai masa perkuliahan ini, saat dulu penulis ragu untuk berkegiatan kembali di masa ini, namun akhirnya penulis menemukan makna organisasi itu lagi. Terima kasih sobat Dialektika Laris, terkhusus, Nilam, Kartika, Hanifah, Ayya, dan seluruh rekan rekan Laris lainnya terima kasih sudah memberikan ruang kepada penulis untuk menjadi bagian komunitas ini. Terima kasih kepada seluruh rekan BOM F-FKIST Faisalma Dea, Mbak Siska, Maratus, Faraz, Rikma, Amanda, Sidiq, Bintang, dan seluruh rekan FKIST terima kasih sudah menjadi keluarga yang mengingatkan perihal ilmu dunia tak juga kebaikan akhiratnya. Sekaligus, terima kasih kepada rekan-rekan Exact terkhusus Divisi Akademik 2023, Mbak Alya, Putmel, dan seluruh kepengurusan Exact 2023. Tidak lupa terima kasih untuk seluruh kakak, teman, maupun adik di tiga organisasi ini, terima kasih atas segala hal baik yang akan selalu teringat di memori penulis.
17. Terima kasih untuk sobat KKN 162 Tengkluk. Terima kasih Galuh, Arizka,

Lilis, Mbak Uswa, Dina, Mbak Hani, Mas Farkhan, Rayhan, Syarif, dan Imtiyaz. Terima kasih atas cerita 45 hari menjadi keluarga setiap itu, terima kasih sudah mewarnai perjalanan semester akhir ini dan terima kasih, masih selalu mengupayakan untuk merayakan satu sama lain.

18. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan yang secara langsung maupun tidak langsung membantu terselesaikannya skripsi ini.

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

Yogyakarta, 27 Mei 2025

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b>	<b>vi</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMBANG</b>	<b>xvii</b>
<b>INTISARI</b>	<b>.xviii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xix</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan Masalah	5
1.3. Rumusan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian	7
1.6. Tinjauan Pustaka	8
1.7. Sistematika Penulisan	11
<b>II DASAR TEORI</b>	<b>12</b>

2.1. Logika <i>Fuzzy</i> . . . . .	12
2.1.1. Himpunan Fuzzy . . . . .	12
2.1.2. <i>Intuitionistic Fuzzy Set</i> (IFS) . . . . .	15
2.2. <i>Multicriteria Decision Making</i> (MCDM) . . . . .	19
2.2.1. <i>Multiple Objective Decision Making</i> (MODM) . . . . .	20
2.2.2. <i>Multiple Atribute Decision Making</i> (MADM) . . . . .	20
<b>III METODE PENELITIAN . . . . .</b>	<b>21</b>
3.1. <i>Circular Intuitionistic Fuzzy Set</i> (C-IFS) . . . . .	21
3.2. Analisis Pengambilan Keputusan Menggunakan <i>Circular Intuitionistic Fuzzy Set</i> (C-IFS) . . . . .	31
3.2.1. Penentuan Bobot Kriteria . . . . .	31
3.2.2. <i>Multi Criteria Decision Making</i> . . . . .	36
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>Studi Kasus : Peralihan TPA Sampah Piyungan . . . . .</b>	<b>44</b>
4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian . . . . .	44
4.2. Kriteria Pemilihan Lokasi Alternatif . . . . .	46
4.2.1. Penggunaan Lahan . . . . .	47
4.2.2. Kualitas Air . . . . .	47
4.2.3. Topografi . . . . .	48
4.2.4. Jarak dengan Permukiman Warga . . . . .	49
4.3. Profil Alternatif Lokasi . . . . .	49
4.3.1. Kabupaten Bantul . . . . .	50
4.3.2. Kabupaten Sleman . . . . .	51
4.3.3. Kota Yogyakarta . . . . .	52
4.4. Penentuan Bobot Kriteria . . . . .	52
4.5. <i>Multi Criteria Decision Making</i> (Alternatif Rangkings) . . . . .	54



<b>V PENUTUP</b>	<b>60</b>
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>67</b>
<b>A Lampiran Kuesioner</b>	<b>67</b>
<b>B Responden 1</b>	<b>68</b>
<b>C Responden 1</b>	<b>69</b>
<b>D Responden 2</b>	<b>70</b>
<b>E Responden 2</b>	<b>71</b>
<b>F Responden 3</b>	<b>72</b>
<b>G Responden 3</b>	<b>73</b>
<b>Curriculum Vitae</b>	<b>74</b>

## DAFTAR TABEL

1.1	Perbedaan dan Persamaan Penelitian . . . . .	9
3.1	Perbandingan Hasil IFWA dan IFWG . . . . .	26
3.2	<i>Intuitionistic Fuzzy Linguistic Terms</i> . . . . .	32
3.3	Bobot Kriteria . . . . .	35
3.4	Penilaian Alternatif oleh Para Pengambil Keputusan . . . . .	38
3.5	Nilai Skor Alternatif . . . . .	42
3.6	Analisis Sensitivitas untuk Nilai $\lambda$ pada $\tilde{D}_{IFWA}$ . . . . .	42
3.7	Analisis Sensitivitas untuk Nilai $\lambda$ pada $\tilde{D}_{IFWG}$ . . . . .	43
4.1	Bobot Kriteria Studi Kasus . . . . .	54
4.2	Penilaian Alternatif oleh Para Pengambil Keputusan pada Studi Kasus . . . . .	55
4.3	Nilai Skor Alternatif Studi Kasus . . . . .	57
4.4	Analisis Sensitivitas untuk Nilai $\lambda$ pada $\tilde{D}_{IFWA}$ Studi Kasus . . . . .	57
4.5	Analisis Sensitivitas untuk Nilai $\lambda$ pada $\tilde{D}_{IFWG}$ Studi Kasus . . . . .	58

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy A</i> . . . . .	15
2.2	Grafik Fungsi Himpunan <i>A</i> . . . . .	17
2.3	Grafik fungsi himpunan <i>B</i> . . . . .	18
3.1	Hasil C-IFS $C_i$ dari contoh himpunan . . . . .	24
3.2	Ilustrasi dari Bilangan <i>Circular Intuitionistic Fuzzy</i> . . . . .	28
3.3	Bagan Alur Penentuan Bobot Kriteria dari C-IFS . . . . .	33
3.4	Bagan Alur Prosedur Pengambilan Keputusan Multikriteria Berbasis C-IFS . . . . .	37
4.1	TPST Niten, Bantul. (Sumber: Harian Jogja, 2025) . . . . .	50
4.2	TPST Tamanmartani, Sleman (Sumber: Harian Jogja, 2023) . . . . .	51
4.3	TPST Nitikan, Yogyakarta (Sumber: IDN Times Jogja, 2024) . . . . .	52

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR LAMBANG

$\mu_A(x)$	: nilai keanggotaan elemen $x$ pada himpunan <i>fuzzy</i> $A$
$\nu_A(x)$	: nilai non-keanggotaan elemen $x$ pada himpunan <i>fuzzy</i> $A$
$\pi_a$	: Derajat ketidakpastian/keraguan
$x \in A$	: $x$ anggota dalam himpunan $A$
$L$	: <i>Latice</i> atau himpunan terurut parsial
$supp(A)$	: himpunan tegas yang berisi semua elemen dari himpunan semesta $X$ yang memiliki derajat keanggotaan positif
$\forall$	: menyatakan untuk setiap
$r$	: radius atau jari-jari
$C_i$	: himpunan <i>fuzzy</i> berurutan
$k_i$	: jumlah pasangan terurut
$\sum_{i=1}^n a_i$	: penjumlahan dari $a_1 + a_2 + \dots + a_n$
$\prod_{i=1}^n a_i$	: perkalian $a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n$
$W$	: nilai bobot
$S_{C-IFS}$	: fungsi penilaian
$H_{C-IFS}$	: fungsi akurasi
$[0, 1]$	: interval tertutup antara 0 dan 1
$a, u_a, v_a$	: <i>Intuitionistic Fuzzy Value</i> (IFV)
$n$	: jumlah elemen

## INTISARI

### IMPLEMENTASI *CIRCULAR INTUTIONISTIC FUZZY SET MULTI*

#### *CRITERIA DECISION MAKING*

#### Studi Kasus : Peralihan TPA Sampah Piyungan

Oleh

Alfina Berliana Febrianti

21106010050

Isu pengelolaan sampah telah menjadi tantangan lingkungan yang signifikan di Indonesia, khususnya di Yogyakarta, yang mengalami peningkatan sampah yang pesat akibat pertumbuhan populasi dan infrastruktur pengelolaan sampah yang tidak memadai. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan, yang melayani Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman dan Bantul telah melampaui kapasitas lahan, sehingga berdampak buruk terhadap lingkungan dan risiko kesehatan masyarakat. Hal ini diperlukan strategi yang komprehensif dan berkelanjutan untuk menganalisis lokasi desentralisasi alternatif untuk TPA Piyungan. Seiring perkembangan teknologi untuk menemukan solusi permasalahan ini, salah satunya dengan memanfaatkan sistem *fuzzy*. Penelitian ini menggunakan *Circular Intuitionistic Fuzzy Set* (C-IFS) dalam *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) untuk mengidentifikasi lokasi alternatif pengelolaan sampah yang layak, dengan fokus pada kriteria termasuk penggunaan lahan, kualitas air, topografi, dan jarak dengan pemukiman warga. Penelitian ini bertujuan untuk membedakan antara *Intuitionistic Fuzzy Set* (IFS) dan C-IFS, menganalisis proses pengambilan keputusan menggunakan C-IFS MCDM, dan mengkaji implementasi praktisnya dalam menemukan alternatif lokasi TPA Piyungan. Hasil analisis menunjukkan TPST Niten, Bantul sebagai solusi optimal di antara lokasi lainnya yang dikaji pada penelitian ini.

**Kata kunci :** *Circular Intuitionistic Fuzzy Set, Multi-Criteria Decision Making, TPA Sampah, TPST.*

## ABSTRACT

### IMPLEMENTATION OF CIRCULAR INTUITIONISTIC FUZZY SET IN MULTI-CRITERIA DECISION MAKING: A Case Study on Piyungan Landfill Relocation

By

Alfina Berliana Febrianti

21106010050

Waste management poses a significant environmental challenge in Indonesia, particularly in Yogyakarta, where rapid population growth and inadequate infrastructure have led to a surge in waste generation. The Piyungan Final Disposal Site (TPA), serving Yogyakarta City, Sleman, and Bantul Regencies, has exceeded its capacity, resulting in severe environmental degradation and public health risks. This necessitates a comprehensive and sustainable strategy for identifying alternative, decentralized waste management locations. Leveraging technological advancements, this research explores the application of fuzzy systems to address this issue. Specifically, it employs the Circular Intuitionistic Fuzzy Set (C-IFS) within a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) framework to identify viable alternative waste management sites. The study focuses on key criteria, including land use, water quality, topography, and distance from residential areas. This research aims to differentiate between Intuitionistic Fuzzy Set (IFS) and C-IFS, thoroughly analyze the decision-making process using C-IFS MCDM, and examine its practical implementation in locating alternative TPA sites for Piyungan. The analysis consistently identifies TPST Niten, Bantul, as the optimal solution among the evaluated alternative locations.

**Keyword :** Circular Intuitionistic Fuzzy Set, Multi-Criteria Decision Making, Final Disposal Site, Integrated Waste Treatment Plant.



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Manusia merupakan salah satu makhluk tuhan yang tidak sempurna. Manusia sebagai ciptaan tuhan selalu diuji dengan berbagai ujian dari Tuhan-Nya. Namun seluruh ujian yang diberikan dipastikan selalu dapat diselesaikan karena sesuai dengan kemampuannya masing-masing. Firman Allah SWT pada potongan surat *Al Baqarah* Ayat 286:

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لَا تَأْخِذْنَا إِنْ نَسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا إَصْرًا كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِنْ قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلَا تُحَمِّلْنَا مَا لَا طَاقَةَ لَنَا بِهِ وَاعْفُ عَنَّا وَاعْفِرْ لَنَا وَارْحَمْنَا أَنْتَ مَوْلَانَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ

Artinya: "Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya. Baginya ada sesuatu (pahala) dari (kebajikan) yang diusahakannya dan terhadapnya ada (pula) sesuatu (siksa) atas (kejahatan) yang diperbuatnya. (Mereka berdoa,) "Wahai Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami salah. Wahai Tuhan kami, janganlah Engkau bebani kami dengan beban yang berat sebagaimana Engkau bebankan kepada orang-orang sebelum kami. Wahai Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tidak sanggup kami memikulnya. Maafkanlah kami, ampunilah kami, dan rahmatilah kami. Engkaulah

pelindung kami. Maka, tolonglah kami dalam menghadapi kaum kafir." (NU Online, a)

Pada firman di atas telah ditegaskan bahwa manusia tidak akan diuji oleh Tuhan-Nya, kecuali sesuai dengan kesanggupannya. Jadi pasti manusia akan selalu diuji oleh Tuhan-nya dengan berbagai masalah dan cobaan.

Selanjutnya sejalan dengan hal di atas, segala kesulitan dan permasalahan yang dihadapi manusia pasti ada jalan keluarnya. Manusia akan selalu menemukan penyelesaian masalah disetiap kesulitan yang ada. Firman Allah SWT pada surat *Al-Insyirah Ayat 7*:

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۖ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۚ

Artinya: "Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan." Ayat tersebut dapat diartikan bahwa dalam setiap kesulitan, maka dipastikan ada kemudahan dalam menyelesaikannya. Kedua firman tersebut mempertegas bahwa manusia haruslah menerima cobaan dan ujian yang diberikan oleh Tuhan-Nya. Kuncinya yaitu menerima dan berikhtiar menyelesaikan cobaan yang ada. (NU Online, b)

Seiring perkembangan zaman, manusia akan selalu mendapatkan ujian yang berbeda. Salah satu permasalahan yang menjadi isu penting di Indonesia saat ini, salah satunya adalah sampah. Permasalahan sampah di Indonesia telah menjadi isu lingkungan yang kompleks dan mendesak untuk segera diatasi. Pertumbuhan populasi, pola konsumsi yang tidak berkelanjutan, dan kurangnya infrastruktur pengelolaan sampah yang memadai telah menyebabkan akumulasi sampah yang signifikan di berbagai wilayah. Salah satu daerah yang mengalami dampak serius dari permasalahan ini adalah Yogyakarta (Andriyani, 2024)

Yogyakarta, sebagai kota pendidikan dan pariwisata, menghasilkan volume sampah yang terus meningkat setiap harinya (PERKIM, 2024). Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, yang menjadi tumpuan utama pengelolaan sampah di Kota Yogyakarta, serta Kabupaten Sleman dan Bantul, telah melebihi kapasitasnya sehingga menimbulkan dampak lingkungan yang merugikan (Sulistya, 2023). Salah satunya menyebabkan banyaknya tumpukan sampah yang menggunung yang tidak hanya mencemari lingkungan sekitar, tetapi juga mengancam kesehatan masyarakat dan merusak citra kota. Krisis sampah di Yogyakarta semakin diperparah dengan keterbatasan lahan untuk menampung sampah dan belum optimalnya sistem pengelolaan sampah dari hulu hingga hilir.

Minimnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah dan kurangnya fasilitas daur ulang juga menjadi faktor yang memperburuk situasi permasalahan sampah. Oleh karena itu, diperlukan upaya komprehensif dan berkelanjutan untuk mengatasi permasalahan sampah di Yogyakarta. Pada akhir tahun 2023 dibentuk Panitia Khusus (Pansus) yang membahas tentang Raperda Pengelolaan Sampah Regional dan diketahui pada pembahasannya diperoleh informasi bahwa tingkat provinsi tidak memiliki kewenangan kembali dalam pengelolaan sampah dalam regional DIY (DPRD DIY, 2023a). Adanya kebijakan pemerintah tersebut, didukung dengan pemberhentian penetapan Raperda Pengelolaan Sampah Regional menjadi Perda, serta berdasarkan Surat Gubernur DIY pada tanggal 19 Oktober 2023, dan Perda RTRW Tahun 2023 yang di mana menjelaskan bahwa masing-masing pemerintah kabupaten/kota diharapkan mampu mendesentralisasikan dan mengintegrasikan pengelolaan sampahnya sendiri (DPRD DIY, 2023b). Sehingga, masing-masing kabupaten/kota yang awalnya menopang pembuangan sampah di TPA Terpadu Piyungan saat ini memiliki alternatif lokasi Tempat Pengelolaan Sampah Ter-

padu (TPST) atau UPS (Unit Pengelolaan Sampah) di regional masing-masing untuk mengatasi permasalahan sampah di Provinsi DIY saat ini.

TPST dan UPS dalam menangani pengelolaan sampah di regionalnya masing-masing memiliki beberapa wilayah di Kota Yogyakarta, Kabupaten Bantul dan Sleman. Penyelesaian masalah dapat menggunakan berbagai cara untuk menemukan solusinya. Salah satunya yaitu menggunakan ilmu pengetahuan dalam bidang Matematika. Matematika merupakan dasar ilmu yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan atau sebagai *problem solving*.

Pada ilmu matematika, terutama dalam bidang aljabar, penanganan suatu permasalahan dapat menggunakan beberapa teori yang ada. Salah satunya adalah metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) yang diterapkan dengan teori himpunan *fuzzy*. *Fuzzy* yang diperkenalkan pertamakali oleh Zadeh pada penelitiannya (Zadeh, 1965). Pada penelitian tersebut dipaparkan bahwa *fuzzy* menawarkan kerangka kerja yang efektif untuk mencari sebuah model keputusan dalam mencari alternatif solusi, di mana memiliki derajat keanggotaan suatu elemen dalam suatu himpunan berada dalam interval  $[0, 1]$ .

Meskipun teori himpunan *fuzzy* telah berhasil dalam banyak aplikasi, terdapat keterbatasan dalam merepresentasikan informasi yang lebih kompleks. Mengatasi hal tersebut, (Atanassov, 1986) memperkenalkan konsep himpunan fuzzy intuitionistik atau *Intuitionistic Fuzzy Set (IFS)* yang merepresentasikan ketidakpastian dengan menambahkan derajat non-keanggotaan. IFS memungkinkan adanya derajat keraguan yaitu selain derajat keanggotaan dan non-keanggotaan.

Pada perkembangan selanjutnya, konsep IFS diperluas menjadi *Circular Intuitionistic Fuzzy Set (C-IFS)*, hal ini dipaparkan oleh (Atanassov, 2020) di mana derajat keanggotaan dan non-keanggotaan direpresentasikan sebagai interval bilangan

*real*. C-IFS memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam memodelkan ketidakpastian yang kompleks. Interpretasi geometri dari C-IFS, setiap elemen diwakili oleh sebuah titik dalam ruang dua dimensi, dan derajat keanggotaan dan non-keanggotaan didefinisikan sebagai koordinat titik tersebut. Jarak dari titik ke pusat lingkaran merepresentasikan derajat keraguan.

Penggunaan C-IFS dapat diaplikasikan dengan metode MCDM (*Multi Criteria Decision Making*). Konsep MCDM ini sudah diterapkan dalam berbagai bidang, salah satunya di tahun 2021 digunakan oleh Esra Cakir dalam penelitiannya (Cakir et al., 2021) yaitu "*A New Circular Intuitionistic Fuzzy MCDM : A Case of Covid-19 Medical Waste Landfill Site Evaluation*". Selain itu *Circular Intuitionistic Fuzzy Decision Making* juga diterapkan dalam penelitian (Esra Cakir, 2023) dengan judul *Circular Intuitionistic Fuzzy Decision Making and Its Application*. Penerapan penelitian (Esra Cakir, 2023) yaitu mencari alternatif pemasok pada salah satu perusahaan di Turki. Kedua artikel penelitian ini, sekaligus menjadi rujukan utama penulis dalam pembuatan skripsi ini.

Skripsi ini memperkenalkan konsep dasar *fuzzy* dan *Intuitionistic Fuzzy Set*. Selanjutnya dibahas lebih lanjut berkaitan dengan perkembangan C-IFS dan penerapannya dengan metode MCDM. Kemudian, penulis juga mengembangkan penelitian dari referensi sebelumnya untuk menerapkan metode C-IFS MCDM dalam mengatasi permasalahan TPA Sampah di Piyungan sebagai langkah menemukan alternatif tempat peralihannya.

## 1.2. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah penerapan *Circular Intuitionistic Fuzzy MCDM* hanya untuk mengatasi permasalahan TPA (Tempat Akhir

Pembuangan) Sampah di Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Selanjutnya pemilihan pengambil keputusan dibatasi untuk tiga pengambil keputusan saja berdasarkan studi literatur. Tiga pengambil keputusan, 2 diambil dari instansi Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) DIY dan 1 dari peneliti. Pemilihan *criteria* yang digunakan untuk menentukan alternatif dibatasi pada penggunaan lahan, kualitas air, topografi, dan jarak lahan dengan permukiman warga sesuai dengan penelitian Cakir et al., 2021. Alternatif solusinya yaitu hasil keputusan dalam penerapan *Circular Intuitionistic Fuzzy MCDM* untuk menentukan analisis tempat peralihan TPA Sampah Piyungan. Penentuan alternatif ini berdasarkan tiga TPST atau UPS yaitu masing-masing berada di Kabupaten Sleman, Bantul, dan Kota Yogyakarta. Pemilihan masing-masing analisis lokasi TPST atau UPS ini berdasarkan tempat yang pertama beroperasi pada masing-masing wilayah tersebut. Hal ini disarankan oleh Kepala Balai Pengelolaan Sampah DLHK DIY.

### 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah diuraikan oleh penulis, kemudian dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konsep dasar serta perbedaan antara IFS (*Intuitionistic Fuzzy Set*) dan C-IFS (*Circular Intuitionistic Fuzzy Set*)?
2. Bagaimana proses analisis pengambilan keputusan metode *Circular Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (MCDM)?
3. Bagaimana implementasi *Circular Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dalam menemukan alternatif solusi TPA Sampah Piyungan?



#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penulis dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari tentang konsep dasar serta perbedaan antara IFS (*Intuitionistic Fuzzy Set*) dan C-IFS (*Circular Intuitionistic Fuzzy Set*).
2. Mempelajari proses analisis pengambilan keputusan metode *Circular Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (MCDM).
3. Mengetahui implementasi *Circular Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dalam menemukan alternatif solusi TPA Sampah Piyungan.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman konsep dasar serta perbedaan antara IFS (*Intuitionistic Fuzzy Set*) dan C-IFS (*Circular Intuitionistic Fuzzy Set*).
2. Memberikan pemahaman tentang proses analisis pengambilan keputusan metode *Circular Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (MCDM)
3. Memberikan gambaran tentang implementasi *Circular Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dalam menemukan alternatif solusi TPA Sampah Piyungan.

## 1.6. Tinjauan Pustaka

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

1. Jurnal karya Zadeh, 1965 dengan judul "***Fuzzy sets***" membahas tentang konsep dasar himpunan *fuzzy*.
2. Jurnal karya Atanassov, 1986 dengan judul "***Intuitionistic fuzzy sets***" membahas tentang konsep dasar IFS.
3. Jurnal karya Atanassov, 2020 dengan judul "***Circular intuitionistic fuzzy sets***" membahas tentang konsep dasar C-IFS dan perkembangannya dari IFS.
4. Jurnal karya Cakir et al., 2021 dengan judul "***A New Circular Intuitionistic Fuzzy MCDM: A Case of Covid-19 Medical Waste Landfill Site Evaluation***" membahas tentang penggunaan *Circular Intuitionistic Fuzzy MCDM* di kehidupan.
5. Jurnal karya Esra Cakir, 2023 dengan judul "***Circular Intuitionistic Fuzzy Decision Making and Its Application***" membahas tentang konsep *Circular Intuitionistic Fuzzy Decision Making*.

Selanjutnya dijelaskan dalam tabel mengenai persamaan dan perbedaan yang dilakukan oleh penulis dalam penelitiannya dengan beberapa referensi yang digunakan tertulis sebelumnya, berikut tabel persamaan dan perbedaan penelitian.

Tabel 1.1 Perbedaan dan Persamaan Penelitian

No	Judul (Tahun)	Penulis	Perbedaan	Persamaan
1.	<i>Fuzzy sets</i> (1965)	Lotfi A. Zadeh	Membahas mengenai konsep-konsep dasar teori himpunan klasik seperti inklusi ( <i>subset</i> ), gabungan ( <i>union</i> ), irisan ( <i>intersection</i> ), komplement, relasi, dan konveksitas diperluas dan didefinisikan dalam bentuk himpunan <i>fuzzy</i> , serta menjelaskan teori operasi aljabar dalam himpunan <i>fuzzy</i> tersebut.	Membahas mengenai konsep dasar himpunan <i>fuzzy</i> .
2.	<i>Intuitionistic Fuzzy Sets</i> (1986)	Krassimir T. Atanassov	Membahas mengenai konsep operasi, relasi himpunan, dan topologi yang didefinisikan dan diterapkan pada himpunan <i>Intuitionistic Fuzzy Sets</i> (IFS).	Membahas mengenai konsep dasar IFS.
3.	<i>Circular Intuitionistic Fuzzy Sets</i> (2020)	Krassimir T. Atanassov	Membahas detail konsep relasi dan operasi pada <i>Circular Intuitionistic Fuzzy Sets</i> (C-IFS).	Membahas mengenai konsep dasar C-IFS.

No	Judul (Tahun)	Penulis	Perbedaan	Persamaan
4.	<i>A New Circular Intuitionistic Fuzzy MCDM: A Case of Covid-19 Medical Waste Landfill Site Evaluation</i> (2021)	Esra Cakir, Mehmet Ali Tas, Ziya Ulukan	Membahas implementasi <i>Circular Intuitionistic MCDM</i> pada kasus Covid-19 dan mencari alternatif tempat untuk pembuangan limbah medis.	Membahas mengenai konsep dan langkah-langkah proses implementasi C-IFS MCDM.
5.	<i>Circular Intuitionistic Fuzzy Decision Making and Its Application</i> (2023)	Esra Cakir, Mehmet Ali Tas	Membahas mengenai implementasi C-IFS <i>Decision Making</i> pada perusahaan di Turki untuk mencari alternatif suppliers-nya, serta membandingkan hasil nilai IFS dan C-IFS MCDM dan <i>Intuitionistic Fuzzy (IF) MCDM</i> .	Membahas mengenai detail prosedur defuzzifikasi C-IFS dan prosedur baru C-IFS MCDM.

Selain dari artikel yang tertulis pada tabel, penulis menggunakan beberapa referensi lainnya seperti konsep support pada himpunan fuzzy diambil dari artikel yang ditulis oleh Zadeh (1971). Selanjutnya konsep tentang jenis-jenis IFS menggu-

nakan referensi dari Ejegwa et al. (2014). Tinjauan pustaka yang membahas konsep MCDM didapat dari artikel Dwitama (2019) dan Syodiqi (2013).

### 1.7. Sistematika Penulisan

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

- BAB 1** : Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, dan sistematika penulisan.
- BAB 2** : Bab ini membahas tentang konsep dasar logika *fuzzy*, *Intuitionistic fuzzy Set (IFS)*, dan konsep *Multi Criteria Decision Making (MCDM)*.
- BAB 3** : Bab ini membahas tentang metode penelitian terkait *Circular Intuitionistic fuzzy Set (C-IFS)*, prosedur C-IFS MCDM, serta aplikasi C-IFS dalam MCDM sistem *fuzzy*.
- BAB 4** : Bab ini membahas studi kasus permasalahan sampah di TPA Pi-yungan serta pengaplikasian atau penerapan *Circular Intuitionistic fuzzy MCDM* untuk memilih alternatif solusi peralihan TPA.
- BAB 5** : Bab ini berisikan tentang kesimpulan penelitian dan saran dari penulis terhadap pengembangan penelitian.

## 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

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Konsep dasar yang membedakan antara IFS (*Intuitionistic Fuzzy Set*) dan C-IFS (*Circular Intuitionistic Fuzzy Set*) terletak pada nilai radiusnya. C-IFS menginterpretasikan fungsinya dalam bentuk lingkaran, sehingga lebih kompleks dibandingkan IFS karena menampilkan nilai radius. Sebagai pengembangan dari C-IFS, maka metode MCDM yang dibentuk dengan menggunakan C-IFS dapat lebih optimal dibandingkan menggunakan IFS.
2. Proses analisis pengambilan keputusan metode *Circular Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making* (MCDM) adalah dengan menentukan pembobotan kriterianya terlebih dahulu. Selanjutnya, peneliti menentukan *Decision Makers* (DM), kriteria, dan alternatif untuk menyelesaikan problem atau studi kasus yang ada dengan metode C-IFS MCDM. Setelah ditentukan variabel yang digunakan, proses selanjutnya yaitu menentukan agregat dari DM, menghitung radiusnya, serta tahap akhir yaitu menghitung skor untuk menentukan ranking alternatifnya.
3. Implementasi *Circular Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making*



(MCDM) dalam menemukan alternatif solusi TPA Sampah Piyungan adalah menganalisis alternatif lokasi sebagai desentralisasi TPA Sampah Piyungan yaitu antara TPST Niten, Tamanmartani, dan Nitikan. Selanjutnya menggunakan kriteria dan pembobotan dari tabel *linguistic term* diperoleh bobot dari masing-masing kriteria dari *Decision Makers* yang mempertimbangkan lebih besar kriteria 4 atau jarak lahan dengan permukiman warga. Hasil akhir ranking alternatifnya yaitu memiliki urutan TPST Niten, Bantul; TPST Tamanmartani, Kalasan; dan TPST Nitikan, Yogyakarta dapat menjadi solusi terakhir atau opsi terakhir dibandingkan 2 alternatif lainnya.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari data-data di lapangan, pada dasarnya penelitian ini berjalan baik. Namun bukan suatu kekeliruan apabila peneliti ingin mengemukakan beberapa saran yang mudah-mudahan bermanfaat bagi kemajuan pendidikan pada umumnya. Adapun saran yang peneliti ajukan adalah sebagai berikut :

1. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan penelitian ini, dengan menganalisis kriteria, alternatif, dan *Decision Makers* lebih kompleks agar hasil akhir skornya dapat diperoleh lebih akurat.
2. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat mengimplementasikan metode C-IFS MCDM pada *problem* atau studi kasus lainnya yang memiliki beragam kriteria dalam penyelesaian permasalahannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, T. (2024). Jogja darurat sampah, pakar ugm sarankan edukasi pemilahan di masyarakat. *Universitas Gadjah Mada*, <https://ugm.ac.id/id/berita/jogja-darurat-sampah-pakar-ugm-sarankan-edukasi-pemilahan-di-masyarakat/>.
- Ariyani, S. F., Putra, H. P., & Kasam (2018). Evaluasi pengelolaan sampah di tpa piyungan, kabupaten bantul. *Universitas Islam Indonesia*.
- Atanassov (1986). Intuitionistic fuzzy set. *Journal of Fuzzy Sets and System*, 20:87–96.
- Atanassov, K. (2020). Circular intuitionistic fuzzy sets. *Journal of Intelligent Fuzzy Systems*, 39:5981–5986, DOI: 10.3233/JIFS-189072.
- Atanassov, K. & Marinov, E. (2021). Four distance for circular intuitionistic fuzzy sets. *Mathematics*, 9:1121, DOI: 10.3390/math9101121.
- Cakir, E., Tas, M., & Ulukan, Z. (2021). A new circular intuitionistic fuzzy mcdm: A case of covid-19 medical waste landfill site evaluation. *International Symposium on Computational and Informatics (CINTI)*, pages 143–147, DOI: 10.1109/CINTI53070.2021.9668563.
- DPRD DIY (2023a). Pansus ba 6 tahun 2023 tegaskan pembatalan raperda pengelolaan sampah regional dalam rapat paripurna. <https://www.dprd-diy.go.id/pansus-ba-6-tahun-2023-tegaskan-pembatalan-raperda-pengelolaan-sampah-regional-dalam-rapat-paripurna/>.

DPRD DIY (2023b). Tumpang tindih dengan perda rtrw, raperda pengelolaan sampah regional dihentikan menjadi perda. <https://www.dprd-diy.go.id/tumpang-tindih-dengan-perda-rtrw-raperda-pengelolaan-sampah-regional-dihentikan-menjadi-perda/>.

Dwitama, R. S. (2019). Pemilihan metode multi criteria decision making (mcdm) menggunakan pendekatan rank similarity simulation (rss). *IBI DARMAJAYA*.

Eddy, M. ., Tchobanoglous, G., & Burton, F. L. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. McGraw-Hill, New York.

Ejegwa, P. A., Akowe, S., & Ikyule, J. (2014). An overview on intuitionistic fuzzy sets. *International Journal of Scientific and Techonologi Research.*, pages 142–145.

Esra Cakir, M. A. T. (2023). Circular intuitionistic fuzzy decision making and its application. *Journal of Expert of Systems With Applications*, 225:5771–5784.

Ginting, S. (2009). *Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*. Kementroan Negara Lingkungan Hidup RI, Pusat Pengelolaan Lingkungan Hidup Regional Sumatera.

Harian Jogja (2023). Mulai 1 januari 2024, tpst tamanmartani beroperasi. *Harian Jogja*, <https://jogjapolitan.harianjogja.com/read/2023/11/30/512/1156643/mulai-1-januari-2024-tpst-tamanmartani-beroperasi>.

Indonesia, R. (2012). Peraturan pemerintah nomor 81 tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga.

Kahraman, C. & Alkan, N. (2021). Circular intuionistic fuzzy topsis method with

vague membership functions: Suplier selection application context. *Intuitionistic Fuzzy Sets*, 27(1):24–52, DOI: 10.7546/nifs.2021.27.1.24–52.

Leon, Y. (2024). Desentralisasi sampah belum cukup berhasil, pemda diy putuskan tetap buka tpa piyungan. *Harian Jogja*, <https://jogjapolitan.harianjogja.com/read/2024/08/02/510/1183427/desentralisasi-sampah-belum-cukup-berhasil-pemda-diy-putuskan-tetap-buka-tpa-piyungan>.

Lim, Y. & Kim, H. (2005). A shortest path algorithm ffor real road network based on path overlap. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6:1426–1438, DOI: 10.11175/easts.6.1426.

Media Center Pemerintah Kabupaten Bantul (2024). Disdag bantul ajukan revitalisasi pasar niten ke pusat, itf niten sedot dana apbn hingga rp 17 miliar. <https://mediacenter.bantulkab.go.id/disdag-bantul-ajukan-revitalisasi-pasar-niten-ke-pusat-itf-niten-sedot-dana-apbn-hingga-rp-17-miliar/>.

NU Online. Surah al-baqarah ayat 286. <https://quran.nu.or.id/al-baqarah/286>. Diakses 28 Maret 2025.

NU Online. Surah al-insyirah ayat 5. <https://quran.nu.or.id/al-insyirah/5>. Diakses 28 Maret 2025.

Pemerintah Kota Yogyakarta (2023). Sarana tpst nitikan ditambah dukung pengolahan sampah. <https://warta.jogjakota.go.id/detail/index/25595>.

PERKIM (2024). Yogyakarta di bawah bayang-bayang gunung sampah. *Peru-*

*mahan Kawasan Permukiman*, <https://perkim.id/perkotaan/yogyakarta-di-bawah-bayang-bayang-gunungan-sampah/>.

R.A., T. L. & Budiadi, E. (2016). Groundwater flow and its relation to surface water at the upstream part of progo drainage area. *SEMINAR NASIONAL KE-3 FAKULTAS TEKNIK GEOLOGI UNIVERSITAS PADJADJARAN*.

Republik Indonesia (2009). Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009, Nomor 140. Sekretariat Negara.

Republik Indonesia. Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2010). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010 tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Schwab, G. O., Frevert, R. K., Edminster, T. W., & Barnes, K. K. (1993). *Soil and Water Conservation Engineering*. John Wiley & Sons, New York.

Sulistya, A. R. (2023). Jogja darurat sampah: Begini kata warga, begini kata staf dinas lingkungan hidup. *TEMPO.CO*, <https://www.tempo.co/politik/jogja-darurat-sampah-begini-kata-warga-begitu-kata-staf-dinas-lingkungan-hidup-133805>.

Syodiqi, A. (2013). Aplikasi rekomendasi perguruan tinggi berbasis semantic web dengan metode multi criteria decision making (mcdm). *Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim*.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, New York.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3):338–353.

Zadeh, L. A. (1971). Similarity relations and fuzzy orderings. *Information Sciences*.

Zeshui, X. (2007). Intuitionistic fuzzy aggregation operators. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 15(6):1179–1187, DOI: 10.1109/TUFZZ.2006.890678.

