



**IMPLEMENTASI *HYBRID METHOD: FUZZY DECISION TREE*  
DALAM KLASIFIKASI KETIMPANGAN GENDER DI NEGARA  
DUNIA**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi persyaratan  
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

Oleh  
**SITI FATIMAH MARLIANY IRAWAN  
NIM. 2111017220001**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
MARET 2025**



**IMPLEMENTASI *HYBRID METHOD: FUZZY DECISION TREE*  
DALAM KLASIFIKASI KETIMPANGAN GENDER DI NEGARA  
DUNIA**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi persyaratan  
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

**Oleh  
SITI FATIMAH MARLIANY IRAWAN  
NIM. 2111017220001**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
MARET 2025**

## SKRIPSI

# IMPLEMENTASI *HYBRID METHOD: FUZZY DECISION TREE* DALAM KLASIFIKASI KETIMPANGAN GENDER DI NEGARA DUNIA

Oleh  
**SITI FATIMAH MARLIANY IRAWAN**  
NIM. 2111017220001

Telah dipertahankan pada hari Kamis, tanggal 06-03-2025 dan disetujui oleh dosen pembimbing dan dosen penguji sebagai berikut:

**Pembimbing I**



Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D  
NIP. 198303282005012001

**Penguji I**



Nur Salam, S.Si., M.Sc  
NIP. 197708132005011003

**Pembimbing II**



Selvi Annisa, S.Si., M.Si  
NIP. 199212262022032016

**Penguji II**



Oni Soesanto, S.Si., M.Si  
NIP. 197301262005011003

Banjarbaru, 14 Maret 2025

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Statistika FMIPA ULM



Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D  
NIP. 198303282005012001

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 17 Februari 2025

Siti Fatimah Marliany Irawan  
NIM. 2111017220001

PRODI STATISTIKA

## ABSTRAK

### **Implementasi *Hybrid Method: Fuzzy Decision Tree* dalam Klasifikasi Ketimpangan Gender di Negara Dunia**

(Oleh: Siti Fatimah Marliany Irawan; Pembimbing: Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D. dan Selvi Annisa, S.Si., M.Si., 2025; 103 halaman)

Klasifikasi data kontinu cenderung memiliki kompleksitas tinggi sehingga memerlukan pendekatan yang mampu menangani ambiguitas dan menghasilkan keputusan dengan akurasi yang tinggi. Penelitian ini mengimplementasikan *hybrid method* yang mengkombinasikan *fuzzy logic* dan *decision tree* dalam proses klasifikasi. *Fuzzy logic* mampu menangani ketidakpastian dalam variabel data dan meningkatkan fleksibilitas dalam pemrosesan data kontinu. Sementara *decision tree* berperan dalam pengambilan keputusan berbasis aturan yang lebih terstruktur dan mendasar. Metode ini diterapkan pada data indikator ketimpangan gender yang mencakup aspek kesehatan, pemberdayaan, dan ketenagakerjaan dari 166 negara di dunia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *fuzzy decision tree* yang dibangun dengan algoritma C4.5 menghasilkan akurasi sebesar 91%, sedangkan metode C4.5 *decision tree* tanpa *fuzzy* hanya menghasilkan akurasi sebesar 77%. Sehingga metode *fuzzy decision tree* berhasil meningkatkan akurasi klasifikasi sebesar 14% dibandingkan metode C4.5 *decision tree* tanpa *fuzzy*. Disamping itu, *fuzzy decision tree* juga menunjukkan performa yang lebih stabil dan seimbang dalam mengklasifikasikan data ke dalam empat kategori target. Dengan demikian, pendekatan ini dapat menjadi alternatif yang efektif dalam mengklasifikasi ketimpangan gender secara komprehensif, sehingga dapat mendukung perumusan kebijakan yang berbasis data dan tepat sasaran.

Kata kunci: *Fuzzy Decision Tree*, C4.5 *Decision Tree*, Ketimpangan Gender

## ABSTRACT

### **Implementation of Hybrid Method: Fuzzy Decision Tree in Classifying Gender Inequality Across Countries**

(By: Siti Fatimah Marliany Irawan; Advisors: Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D. and Selvi Annisa, S.Si., M.Si., 2025; 103 pages)

The classification of continuous data tends to be highly complex, requiring approaches that capable of handling ambiguity and producing decisions with high accuracy. This study implements a hybrid method that combines fuzzy logic and decision tree techniques in the classification process. Fuzzy logic is employed to manage uncertainty in data variables and enhance flexibility in processing continuous data, while the decision tree plays a role in structured and rule-based decision-making. This method is applied to indicators of gender inequality data, covering aspects of health, empowerment, and employment across 166 countries worldwide. The results demonstrate that the fuzzy decision tree method which built using the C4.5 algorithm achieved an accuracy of 91%, while the C4.5 decision tree method without fuzzy only achieved an accuracy of 77%. Thus, the fuzzy decision tree method successfully improved classification accuracy by 14% compared to the C4.5 decision tree method without fuzzy. Furthermore, the fuzzy decision tree exhibits more stable and balanced performance in classifying data into four target category. Thus, this approach offers an effective alternative for comprehensively classifying gender inequality, which can support data-driven and targeted policy making.

Keywords: Fuzzy Decision Tree, C4.5 Decision Tree, Gender Inequality

## PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul "**Implementasi Hybrid Method: Fuzzy Decision Tree dalam Klasifikasi Ketimpangan Gender di Negara Dunia**". Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam rangka menyelesaikan program sarjana di Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Selama proses penyusunan ini, tentunya terdapat banyak pihak yang senantiasa memberikan bantuan, perhatian, dan dukungan. Oleh karena itu, saya sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak terkait yaitu sebagai berikut.

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir;
2. Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D. and Ibu Selvi Annisa, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan selama proses penyusunan Tugas Akhir;
3. Bapak Nur Salam, S.Si., M.Sc dan Bapak Oni Soesanto, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan bantuan dalam proses perbaikan Tugas Akhir;
4. Bapak/Ibu dosen pengajar dan Staf Program Studi Statistika FMIPA ULM yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan dukungan selama masa perkuliahan;
5. Sahabat dan teman-teman dekat saya, khususnya Putri Nurhafizhah, Labib, Seby, Awa, dan Oyod Fams yang telah memberikan semangat dan senantiasa mengiringi perjalanan saya selama penyusunan Tugas Akhir;
6. Teman-teman Statistika FMIPA ULM Angkatan 2021 yang telah bersama-sama dalam melalui masa perkuliahan;
7. Diri saya sendiri, yang telah berusaha dan bertahan hingga mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini tentunya masih memiliki banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun hasilnya, sehingga kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi perbaikan Tugas Akhir ini. Diharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat untuk penelitian selanjutnya dan bagi pembaca serta berbagai pihak lainnya.

Banjarbaru, 17 Februari 2025

Siti Fatimah Marliany Irawan

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT .....	v
PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR ISTILAH, LAMBANG, DAN SINGKATAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Kajian Teori.....	6
2.2.1 <i>Pre-Processing</i> .....	6
2.2.2 <i>Decision Tree</i> .....	7
2.2.3 Algoritma C4.5.....	9
2.2.4 Teori Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	11
2.2.5 Logika <i>Fuzzy</i> .....	13
2.2.6 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Triangular.....	13
2.2.7 Sistem Aturan <i>Fuzzy</i> .....	15
2.2.8 <i>Fuzzy Decision Tree</i> .....	16
2.2.9 <i>General Fuzzy Reasoning Method</i> .....	17
2.2.10 <i>Confusion Matrix</i> .....	17
2.2.11 Indeks Ketimpangan Gender .....	19
BAB III METODE PENELITIAN .....	22
3.1 Sumber Data .....	22
3.2 Variabel Penelitian.....	22
3.3 Prosedur Penelitian .....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1 Gambaran Umum Indikator Ketimpangan Gender pada Negara Dunia Tahun 2022 .....	26
4.1.1 Statistika Deskriptif.....	26
4.1.2 <i>Pre-processing</i> Data .....	29
4.1.3 Hubungan Angka Kematian Ibu (X1) dengan Kategori IKG (Y) .....	30
4.1.4 Hubungan Tingkat Kelahiran pada Remaja (X2) dengan Kategori IKG (Y).....	31
4.1.5 Hubungan Persentase Perempuan di Pemerintahan (X3) dengan Kategori IKG (Y).....	32

4.1.6	Hubungan Persentase Perempuan dengan Minimal Pendidikan Menengah (X4) dengan Kategori IKG (Y) .....	32
4.1.7	Hubungan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan (X5) dengan Kategori IKG (Y) .....	33
4.2	Fuzzifikasi Variabel Indikator .....	34
4.2.1	Variabel Angka Kematian Ibu (X1).....	34
4.2.2	Variabel Tingkat Kelahiran pada Remaja (X2) .....	36
4.2.3	Variabel Persentase Perempuan di Pemerintahan (X3) .....	38
4.2.4	Variabel Persentase Perempuan dengan Minimal Pendidikan Menengah (X4).....	41
4.2.5	Variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan (X5) .....	43
4.3	Pembentukan <i>Base Model</i> dengan Algoritma C4.5 .....	46
4.4	Implementasi Algoritma C4.5 dalam Pemodelan <i>Fuzzy Decision Tree</i> .....	46
4.4.1	Pembentukan <i>Node</i> Akar.....	48
4.4.2	Pembentukan <i>Node</i> pada Kedalaman 1.....	51
4.4.3	Perhitungan <i>Node</i> pada Kedalaman 2.....	53
4.4.4	Visualisasi Model dan Ekstraksi Basis Aturan .....	54
4.5	Implementasi <i>General Fuzzy Reasoning Method</i> .....	55
4.5.1	Perhitungan Nilai Derajat Kompatibilitas .....	55
4.5.2	Perhitungan Nilai Klasifikasi .....	57
4.5.3	Hasil Klasifikasi.....	59
4.6	Evaluasi Hasil Klasifikasi.....	61
4.6.1	C4.5 <i>Decision Tree</i> .....	61
4.6.2	<i>Fuzzy Decision Tree</i> .....	63
4.6.3	Perbandingan C4.5 <i>Decision Tree</i> dengan <i>Fuzzy Decision Tree</i> .....	66
BAB V PENUTUP .....		68
5.1	Kesimpulan .....	68
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA .....		69
LAMPIRAN.....		73
RIWAYAT HIDUP .....		97

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur <i>Decision Tree</i> .....	8
Gambar 2.2. Fungsi Keanggotaan Fuzzy Triangular .....	14
Gambar 2.3. Dimensi dan Indikator IKG .....	20
Gambar 3.1. Prosedur Penelitian.....	25
Gambar 4.1. <i>Boxplot</i> Variabel Angka Kematian Ibu berdasarkan Kategori IKG .....	30
Gambar 4.2. <i>Boxplot</i> Variabel Tingkat Kelahiran pada Remaja berdasarkan Kategori IKG.....	31
Gambar 4.3. <i>Boxplot</i> Variabel Persentase Perempuan di Pemerintahan berdasarkan Kategori IKG .....	32
Gambar 4.4. <i>Boxplot</i> Variabel Persentase Perempuan dengan Minimal Pendidikan Menengah berdasarkan Kategori IKG.....	33
Gambar 4.5. <i>Boxplot</i> Variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan berdasarkan Kategori IKG.....	34
Gambar 4.6. Grafik Fungsi Keanggotaan X1 .....	35
Gambar 4.7. Acuan Fuzzifikasi Variabel Tingkat Kelahiran pada Remaja.....	36
Gambar 4.8. Grafik Fungsi Keanggotaan X2 .....	37
Gambar 4.9. Acuan Fuzzifikasi Variabel Persentase Perempuan di Pemerintahan .....	39
Gambar 4.10. Grafik Fungsi Keanggotaan X3.....	40
Gambar 4.11. Acuan Fuzzifikasi Variabel Persentase Perempuan dengan Minimal Pendidikan Menengah.....	41
Gambar 4.12. Grafik Fungsi Keanggotaan X4.....	42
Gambar 4.13. Acuan Fuzzifikasi Variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan .....	44
Gambar 4.14. Grafik Fungsi Keanggotaan X5.....	45
Gambar 4.15. Model Contoh C4.5 <i>Decision Tree</i> .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Fuzzy Modus Ponens</i> .....	15
Tabel 2.2. <i>Fuzzy Modus Tollens</i> .....	15
Tabel 2.3. <i>Confusion Matrix</i> untuk <i>Multi-class Classification</i> .....	18
Tabel 2.4. Formula Pembentukan <i>Confusion Matrix</i> untuk Kelas 1.....	18
Tabel 3.1. Variabel Penelitian .....	22
Tabel 4.1. Statistika Deskriptif.....	27
Tabel 4.2. Kategorisasi Variabel Nilai IKG.....	30
Tabel 4.3. Parameter Fuzzifikasi X1 .....	35
Tabel 4.4. Parameter Fuzzifikasi X2 .....	37
Tabel 4.5. Parameter Fuzzifikasi X3 .....	40
Tabel 4.6. Parameter Fuzzifikasi X4 .....	42
Tabel 4.7. Parameter Fuzzifikasi X5 .....	45
Tabel 4.8. Skenario Parameter C4.5 <i>Decision Tree</i> .....	46
Tabel 4.9. Tipe Variabel Data .....	47
Tabel 4.10. Data Sampel Perhitungan.....	47
Tabel 4.11. Klasifikasi Penentuan <i>Node</i> Akar .....	50
Tabel 4.12. Klasifikasi Penentuan <i>Node</i> Internal Kategori 0 pada Kedalaman 1 .....	51
Tabel 4.13. Klasifikasi Penentuan <i>Node</i> Internal Kategori 1 pada Kedalaman 1 .....	52
Tabel 4.14. Klasifikasi Penentuan <i>Node</i> Internal Kategori 0 pada Kedalaman 2 .....	53
Tabel 4.15. Derajat Keanggotaan Sampel 1 .....	55
Tabel 4.16. Derajat Kompatibilitas Sampel 1 .....	58
Tabel 4.17. <i>Confusion Matrix</i> untuk Contoh Implementasi C4.5 <i>Decision Tree</i> .....	59
Tabel 4.18. <i>Confusion Matrix</i> untuk C4.5 <i>Decision Tree</i> .....	62
Tabel 4.19. <i>Confusion Matrix</i> untuk <i>Fuzzy Decision Tree</i> .....	64
Tabel 4.20. Perbandingan Hasil C4.5 <i>Decision Tree</i> dan <i>Fuzzy Decision Tree</i> .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian .....	73
Lampiran 2. Acuan Kategorisasi Indeks Ketimpangan Gender .....	74
Lampiran 3. Hasil <i>Pre-processing</i> Data .....	75
Lampiran 4. <i>Syntax Python</i> untuk Statistika Deskriptif, <i>Pre-Processing</i> , dan Visualisasi Data.....	76
Lampiran 5. Hasil Fuzzifikasi Variabel Indikator.....	78
Lampiran 6. <i>Syntax Python</i> untuk Proses Fuzzifikasi Variabel Indikator .....	79
Lampiran 7. Perhitungan Akurasi Skenario <i>Base Model C4.5 Decision Tree</i> .....	83
Lampiran 8. <i>Syntax Python</i> untuk Pemodelan <i>C4.5 Decision Tree</i> .....	89
Lampiran 9. Perhitungan Nilai <i>Entropy</i> , <i>Information Entropy</i> , <i>Information Gain</i> , <i>Split Info</i> , dan <i>Gain Ratio</i> dalam Pemodelan <i>Fuzzy Decision Tree</i> .....	91
Lampiran 10. Nilai Derajat Kompatibilitas.....	95
Lampiran 11. Nilai Klasifikasi.....	96

## DAFTAR ISTILAH, LAMBANG, DAN SINGKATAN

gender	:	konsep yang mengacu pada peran, perilaku, aktivitas, dan ekspektasi sosial yang dikaitkan dengan jenis kelamin tertentu dalam masyarakat
IKG	:	Indeks Ketimpangan Gender
psikologi evolusioner	:	mempelajari perilaku manusia dan fungsi mental dari perspektif evolusi dan konteks sejarah
psikologi biososial	:	mempelajari perilaku manusia dan fungsi mental dari perspektif biologis manusia dan sosial masyarakat.
psikologi ekologi	:	mempelajari perilaku atau perkembangan manusia yang dipengaruhi oleh lingkungan sosial dan budaya
<i>entropy</i>	:	ukuran ketidakmurnian atau ketidakpastian pada suatu himpunan
<i>splitting</i>	:	pembagian suatu himpunan data ke dalam simpul-simpul pada <i>decision tree</i>
<i>threshold</i>	:	nilai ambang batas yang digunakan saat <i>splitting</i>
<i>discretization</i>	:	proses konversi nilai kontinu menjadi nilai diskrit
<i>fuzzy</i>	:	samar, tidak pasti, tidak jelas
logika <i>fuzzy</i>	:	logika yang memodelkan cara berpikir dengan unsur ketidakpastian atau ketidakjelasan
variabel linguistik	:	variabel dengan bentuk kata atau kalimat dalam bahasa alami maupun sintetik, yang digunakan dalam himpunan <i>fuzzy</i>
fuzzifikasi	:	proses konversi variabel kontinu menjadi variabel linguistik berdasarkan fungsi dan derajat keanggotaan <i>fuzzy</i>
<i>fuzzy decision tree</i>	:	<i>hybrid method</i> yang menerapkan konsep <i>fuzzy</i> pada pembentukan <i>decision tree</i>
$D$	:	himpunan kasus
$i$	:	partisi $D$
$m$	:	jumlah partisi $D$
$C_{i,D}$	:	jumlah sampel dengan kelas $C_i$ pada $D$
$p_i$	:	proporsi $C_{i,D}$ terhadap $D$
$Info(D)$	:	nilai <i>entropy</i> $D$
$A$	:	atribut
$j$	:	partisi $A$
$n$	:	jumlah partisi $A$
$D_j$	:	jumlah sampel pada partisi $j$
$ D_j $	:	proporsi dari $D_j$ terhadap $D$
$ D $	:	jumlah kasus dalam $D$
$Info_A(D)$	:	nilai <i>information entropy</i>

$Gain(A)$	:	nilai <i>information gain</i>
$SplitInfo_A(D)$	:	nilai <i>split information</i>
$GainRatio(A)$	:	nilai <i>gain ratio</i> atribut A
$a$	:	nilai minimum dari suatu kelas variabel
$b$	:	nilai rata-rata ( <i>mean</i> ) dari suatu kelas variabel dengan derajat keanggotaan tertinggi
$c$	:	nilai maksimum dari suatu kelas variabel
$e_p$	:	sampel ke - $p$ pada data uji dengan $p = 1, 2, 3, \dots, n$
$R_k$	:	aturan <i>fuzzy</i> ke - $k$ dengan $k = 1, 2, 3, \dots, n$
$t$	:	<i>t-norm (min-max function)</i>
$M_i(a_{pi})$	:	derajat keanggotaan sampel pada data uji dengan $i = 1, 2, 3, \dots, m$
$class_j$	:	kategori dari aturan $R_k$ dengan $j = 1, 2, 3, \dots, n$
$u$	:	kategori pada variabel target
$v$	:	jumlah kategori pada variabel target
$f$	:	operator agregasi
UNDP	:	<i>United Nations Development Programme</i>
SDG	:	<i>Sustainable Development Goals</i>
TP	:	<i>True Positive</i>
TN	:	<i>True Negative</i>
FP	:	<i>False Positive</i>
FN	:	<i>False Negative</i>