

SKRIPSI
IMPLEMENTASI *FUZZY INFERENCE SYSTEM* (FIS)
TIPE MAMDANI DAN SUGENO UNTUK PRAKIRAAN
CUACA MENGGUNAKAN MATLAB
(Studi Kasus : BMKG Cilacap)



Disusun Oleh :

Nurkholis Makhfudz

NIM.18442011002

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
UNUGHA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Saudara

Nama : Nurkholis Makhfudz
NIM : 18442011002
Fakultas/Prodi : Fakultas MIKOM/ Matematika
Judul : IMPLEMENTASI *FUZZY INFERENCE SYSTEM* (FIS)
TIPE MAMDANI DAN SUGENO UNTUK PRAKIRAAN
CUACA DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB
(Studi Kasus : BMKG Cilacap)

Telah disidangkan oleh Dewan Penguji Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :
Selasa, 25 Oktober 2022

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Matematika (MTK) Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMIKOM) pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Cilacap, 25 Oktober 2022

Dewan Sidang

Ketua

H. Edy Sulistiyanto, SH., M.Kom.
NIDN. 0613065801

Sekretaris

Riski Aspriyani, S.Pd., M.Pd
NIDN. 0616118901

Penguji 1

Mizan Ahmad, M.Sc.
NIDN. 0601099402

Pembimbing

Eka Susiowati, M.Sc
NIDN. 0724028901

Penguji 2

Lasidin, M.Kom.
NIDN. 0605048602

Ass. Pembimbing

Riski Aspriyani, S.Pd., M.Pd
NIDN. 0616118901

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer



H. Edy Sulistiyanto, SH., M.Kom.
NIDN. 0613065801

NOTA KONSULTAN

(Mizan Ahmad, M.Sc.)

Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap

Hal : Skripsi Saudara Nurkholis Makhfudz

Lampiran : -

Kepada :

Yth. Bapak Dekan FMIKOM

UNUGHA Cilacap

di-

Cilacap

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Setelah saya membaca, memeriksa dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka konsultan berpendapat bahwa skripsi saudara :

Nama : Nurkholis Makhfudz

NIM : 18442011002

Judul : Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) Tipe Mamdani dan Sugeno untuk Prakiraan Cuaca Menggunakan Matlab (Studi Kasus : BMKG Cilacap).

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMIKOM) pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S1).

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Cilacap, 07 November 2022

Konsultan



Mizan Ahmad, M.Sc.
NIDN.0601099402

NOTA PEMBIMBING

Cilacap, 24 Oktober 2022

Kepada Yth :

Kaprodi Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMIKOM)

UNUGHA Cilacap

Di tempat

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Setelah Melakukan bimbingan, telaah, arahan dan koreksi tahap penulisan skripsi saudara :

Nama : Nurkholis Makhfudz

NIM : 18442011002

Fakultas : Matematika dan Ilmu Komputer

Program Studi : Matematika

Judul : Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) Tipe

Mamdani dan Sugeno untuk Prakiraan Cuaca

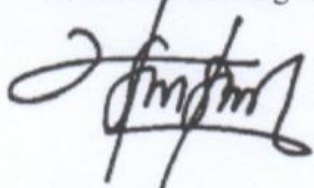
Menggunakan Matlab (Studi Kasus : BMKG Cilacap)

Kami berpendapat bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan ke siding skripsi. Bersamaan ini kami kirimkan skripsi tersebut, semoga dapat segera disidangkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Mengetahui,


Dosen Pembimbing I



Eka Susilowati, M.Sc.

NIDN. 0724028901

Dosen Pembimbing II



Riski Aspriyani, M.Pd.

NIDN.0616118901

PERNYATAAN KEORISINILAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurkholis Makhfudz
NIM : 18442011002
Fakultas : Matematika dan Ilmu Komputer
Program Studi : Matematika
Judul : Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) Tipe Mamdani
dan Sugeno untuk Prakiraan Cuaca Menggunakan Matlab
(Studi Kasus : BMKG Cilacap)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain yang telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Cilacap, 24 Oktober 2022



Nurkholis Makhfudz
NIM.18442011002

HALAMAN MOTO

- ❖ Apabila kamu ingin meraih kesuksesan dan kebahagiaan, jangan bergantung kepada orang lain atau benda. Fokuslah pada tujuanmu karena tujuan tidak pernah berubah seperti manusia.
- ❖ Angkatlah kesedihan menjadi kekuatanmu. Tunjukkan pada dunia bahwa kamu kuat, bukan manusia lemah.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, atas limpahan karunianya yang luar biasa sehingga penuli mampu menyelesaikan skripsi ini. Karya ini saya persembahkan kepada :

1. Orang tua saya Bapak Suwanto dan Ibu Sakiyem yang telah mendidik dan mengarahkan penulis, yang tidak pernah lelah memberikan doa, dan dukungan serta cinta kasih yang tiada henti.
2. Kakak saya Mba Rita Kurnia Dewi dan Mba Asih Beti Yulia Ningsih serta adik saya Abbas Ibnu Fadhilah yang selalu memberikan doa dan semangat, sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
3. Pembimbing saya Ibu Eka Susilowati, M.Sc dan Ibu Riski Aspriyani, M.Pd yang tidak pernah bosan dan lelah membimbing saya yang ndableg ini dalam menyelesaikan skripsi.
4. Sahabat saya #kitakankompak (Faesal Nur Riski, Wifqy Inayatul Illahy, Hana Yulia Dwi Anggraeni, Desti Setiawati, dan Soimah) yang selalu memberikan semangat, dukungan serta doa yang terus mengalir mengiringi setiap langkahku.
5. Sahabat gunung saya (Alfin Nur Aziz, Meti, Rasmin, Vika, Yuni, Bathuk, Wildan, Ipul, dan lainnya yang pernah naik bareng) yang selalu memberikan semangat, dukungan serta doa yang terus mengalir mengiringi setiap langkahku.
6. Saudara saya (Lulu Luthfiah, Muhammad Ulil Firdaus, Rifan Nurul Hikmah, Jeni Fitri Awaliah, Muhammad Imam Baehaqi, Yuni Rahmawati, M Saiful Anam) yang selalu memberikan semangat dan dukungan doa disetiap langkahku.
7. Ponakan saya yang lucu (Muhammad Akhtarul Akmal), yang selalu menjadi motivasi saya untuk dapat segera menyelesaikan skripsi ini.
8. Keluarga FMIKOM yang selalu mendoakan, saling menghibur dan saling memberi semangat.

**IMPLEMENTASI *FUZZY INFERENCE SYSTEM* (FIS)
TIPE MAMDANI DAN SUGENO UNTUK PRAKIRAAN CUACA
MENGUNAKAN MATLAB**

(Studi Kasus : BMKG Cilacap)

Oleh : Nurkholis Makhfudz

NIM. 18442011002

ABSTRAK

Prakiraan cuaca merupakan salah satu kajian yang sangat menarik untuk dilakukan. Data mengenai cuaca juga sangat dibutuhkan di berbagai bidang kehidupan, sehingga membuat penulis tertantang untuk meneliti metode yang paling akurat dalam memprakirakan cuaca. Salah satu teknik pemodelan prakiraan cuaca adalah *Fuzzy Inference System* (FIS), dan metode FIS ini merupakan metode yang menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi.. Metode FIS terbagi menjadi tiga tipe yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto. Selain Teknik pemodelan, dalam memprakirakan cuaca juga harus memperhatikan beberapa fenomena yang berpengaruh terhadap cuaca, baik skala global, skala regional, atau skala lokal untuk parameter inputnya. Pada penelitian ini akan meneliti metode yang paling akurat antara metode FIS tipe Mamdani dan Sugeno dengan bantuan aplikasi *Matrix Laboratory* (MATLAB). Data diperoleh dari pihak BMKG Cilacap dan dari situs penyedia informasi parameter. Data yang digunakan ada 6 sebagai parameter inputnya yaitu Enso, DMI, MJO, SST, Tekanan, dan Kelembaban yang diambil dari bulan Juli 2021 sampai Juli 2022. Dengan menggunakan metode dan parameter input tersebut diperoleh hasil bahwa prakiraan cuaca dengan metode FIS tipe Mamdani studi kasus BMKG Cilacap memiliki tingkat akurasi sebesar 80,87% dan tingkat kesalahan sebesar 19,13%. Sedangkan untuk metode FIS tipe Sugeno menghasilkan tingkat akurasi sebesar 65,31% dan tingkat kesalahan sebesar 34,69%. Sehingga metode terbaik dalam memprakirakan cuaca studi kasus BMKG Cilacap adalah metode *Fuzzy Inference System* (FIS) tipe Mamdani.

Kata Kunci : Prakiraan Cuaca, *Fuzzy Inference System*, Mamdani, Sugeno, Matlab

**IMPLEMENTATION OF THE MAMDANI AND SUGENO TYPE
FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) FOR WEATHER
FORECASTING USING MATLAB**

(Case Study : BMKG Cilacap)

By : Nurkholis Makhfudz

NIM. 18442011002

ABSTRACT

Weather forecasting is one of the most interesting studies to do. Weather data is also needed in various fields of life, thus making it challenging for writers to research the most accurate method of forecasting the weather. One of the weather forecasting modeling techniques is the Fuzzy Inference System (FIS), and this FIS method is a method that produces a high level of accuracy. The FIS method is the method that produces a higher level of accuracy. The FIS method is divided into three types, namely Mamdani, Sugeno, and Tsukamoto. In addition to modeling techniques, weather forecasting must also pay attention to several phenomena that affect the weather, either on a global scale, regional scale, or local scale for the input parameters. In this study, the most accurate method between the Mamdani and Sugeno FIS methods will be studied with the help of the Matrix Laboratory (MATLAB) application. The data was obtained from the Cilacap BMKG and the parameter information provider site. There are 6 data used as input parameters, namely Enso, DMI, MJO, SST, Pressure, and Humidity taken from July 2021 to July 2022. By using these methods and input parameters, the result is that the weather forecast using the FIS method, the Mamdani type, is a case study. BMKG Cilacap has an accuracy rate of 80,87% and an error rate of 19,13%. Meanwhile, the Sugeno-type FIS method produces an accuracy rate of 65,31% and an error rate of 34,69%. So the best method for forecasting the weather for the Cilacap BMKG case study is the Mamdani Fuzzy Inference System (FIS) method.

Keywords: Weather Forecast, Fuzzy Inference System, Mamdani, Sugeno, Matlab

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrohmatullah hiwabarokatuh

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas karunia serta tuntunannya yang diberikan untuk kami sehingga dapat menyelesaikan PROPOSAL SKRIPSI dengan judul : Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) Tipe Mamdani dan Sugeno untuk Prakiraan Cuaca Menggunakan Matlab. Proposal ini sengaja ditulis dengan tujuan untuk diseminarkan sebagai acuan untuk melakukan penelitian serta untuk melengkapi persyaratan dalam penulisan skripsi.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proposal Skripsi ini baik berupa kritik, saran masukan maupun dukungan, diantaranya :

1. Bapak Edy Sulistyanto, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer.
2. Ibu Riski Aspriyani, M.Pd, selaku Kepala Program Studi Matematika
3. Ibu Eka Susilowati, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Orangtua serta keluarga yang selalu mendukung, memberikan motivasi, dan mendoakan tanpa henti.
5. Teman-teman Program Studi Matematika 2018 baik kelas reguler maupun karyawan yang telah berjuang bersama dan saling mendukung satu sama lain.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih banyak kekurangan, baik mengenai bahan maupun teknik penulisan, hal ini disebabkan keterbatasan waktu, kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Warohmatullah hiwabarokatuh.

Cilacap,..... 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
NOTA KONSULTAN.....	ii
NOTA PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN KEORISINILAN.....	iv
HALAMAN MOTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan	4
D. Batasan Masalah	5
E. Manfaat	5
BAB II	
LANDASAN TEORI.....	6
A. Cuaca	6
B. Peramalan	7
C. Skala Meteorologi.....	9
D. Logika Fuzzy	23
E. Fuzzy Inference System	30
F. Pengujian Sistem Fuzzy	34
G. Toolbox Fuzzy Pada MATLAB (Matrix Laboratory)	35
H. Penelitian Yang Relevan	37

BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN	40
A. Jenis Penelitian	40
B. Sumber dan Jenis Data	40
C. Waktu dan Tempat Penelitian	40
D. Tahapan Penelitian.....	41
E. Alat Analisis Data.....	46
F. Prinsip Kerja FIS	47
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN	49
A. Pengumpulan Data.....	49
B. Variabel Yang Digunakan Dalam Pemodelan.....	50
C. Pengembangan Model Prakiraan Cuaca Metode FIS Tipe Mamdani Dengan <i>Software</i> MATLAB R2020a.....	52
D. Pengembangan Model Prakiraan Cuaca Metode FIS Tipe Sugeno Dengan <i>Software</i> MATLAB R2020a.....	65
E. Pembuatan Prototipe Model Prakiraan Cuaca Dengan Toolbox <i>Graphich User Interface</i> (GUI) pada <i>Software</i> MATLAB R2020a.....	67
F. Pengujian Prototype Model Prakiraan Cuaca Metode FIS Tipe Mamdani dan Sugeno	71
G. Analisis Hasil Data Pengujian Prototype Model Prakiraan Cuaca Metode FIS Tipe Mamdani dan Sugeno.....	73
BAB V	
PENUTUP	76
A. Kesimpulan	76
B. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Tabel Perbandingan Tahapan Mamdani dan Sugeno</i>	34
Tabel 2.2 <i>Tabel Penelitian Yang Relevan</i>	37
Tabel 3.1 <i>Jadwal Penelitian</i>	41
Tabel 4.1 <i>Himpunan Fuzzy Variabel Input dan Output</i>	51
Tabel 4.2 <i>Himpunan Fuzzy Variabel ENSO</i>	54
Tabel 4.3 <i>Himpunan Fuzzy Variabel DMI</i>	55
Tabel 4.4. <i>Himpunan Fuzzy Variabel MJO</i>	56
Tabel 4.5 <i>Himpunan Fuzzy Variabel SST</i>	58
Tabel 4.6 <i>Himpunan Fuzzy Variabel Tekanan</i>	59
Tabel 4.7 <i>Himpunan Fuzzy Variabel RH</i>	60
Tabel 4.8 <i>Himpunan Fuzzy Variabel Output Cuaca</i>	62
Tabel 4.9 <i>Rangkuman Hasil Pengujian Prakiraan Cuaca Metode FIS</i>	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Index El Nino Southern Oscillation</i>	12
Gambar 2.2 <i>Index Dipole Mode (DMI)</i>	14
Gambar 2.3 <i>Index Madden Julian Oscillation</i>	17
Gambar 2.4 <i>Index Sea Surface Temperature</i>	19
Gambar 2.5 <i>Representatif Kurva Linier Turun</i>	25
Gambar 2.6 <i>Representatif Kurva Linier Naik</i>	25
Gambar 2.7 <i>Representatif Kurva Segitiga</i>	26
Gambar 2.8 <i>Representatif Kurva Trapesium</i>	27
Gambar 2.9 <i>Representatif Kurva Gauss</i>	27
Gambar 2.10 <i>Representatif Kurva Cauchy</i>	28
Gambar 2.11 <i>Representatif Kurva Sigmoid</i>	28
Gambar 2.12 <i>Tampilan Awal Software MATLAB R2020a</i>	36
Gambar 3.1 <i>Analisis Data</i>	44
Gambar 3.2 <i>Tahapan Penelitian</i>	45
Gambar 3.3 <i>Blok Diagram Sistem FIS</i>	47
Gambar 3.4 <i>Rencana Prototype Prakiraan Cuaca</i>	48
Gambar 4.1 <i>Tampilan Command Window</i>	52
Gambar 4.2 <i>Tampilan FIS Editor Mamdanu</i>	53
Gambar 4.3 <i>Tampilan Fuzzy Logic Designer Mamdani</i>	53
Gambar 4.4 <i>Membership Function Variabel ENSO</i>	55
Gambar 4.5 <i>Membership Function Variabel DMI</i>	56

Gambar 4.6	<i>Membership Function Variabel MJO</i>	57
Gambar 4.7	<i>Membership Function Variabel SST</i>	58
Gambar 4.8	<i>Membership Function Variabel Tekanan</i>	60
Gambar 4.9	<i>Membership Function Variabel RH</i>	61
Gambar 4.10	<i>Membership Function Output Cuaca Metode Mamdani</i>	63
Gambar 4.11	<i>Rule Base Pada Software MATLAB R2020a</i>	64
Gambar 4.12	<i>Rule Viewer Pada Software MATLAB R2020a</i>	64
Gambar 4.13	<i>Surface Viewer Pada Software MATLAB R2020a</i>	65
Gambar 4.14	<i>Tampilan FIS Editor Sugeno</i>	65
Gambar 4.15	<i>Tampilan Fuzzy Logic Designer Sugeno</i>	66
Gambar 4.16	<i>Membership Function Output Cuaca Metode Sugone</i>	66
Gambar 4.17	<i>Tampilan Graphic User Interface</i>	68
Gambar 4.18	<i>Prototype Prakiraan Cuaca</i>	68
Gambar 4.19	<i>Pemanggilan Semua Variabel Input dan Output</i>	69
Gambar 4.20	<i>Prototype Prakiraan Cuaca Setelah Running</i>	72
Gambar 4.21	<i>Contoh Prototype Hasil Prakiraan</i>	73