

**IMPLEMENTASI *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM*
(ANFIS) DALAM PENENTUAN RUMAH TIDAK LAYAK HUNI DI
KABUPATEN BOJONEGORO**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh
DIYAN NUGROHO
H92218042

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : DIYAN NUGROHO

NIM : H92218042

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "IMPLEMENTASI *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) DALAM PENENTUAN RUMAH TIDAK LAYAK HUNI DI KABUPATEN BOJONEGORO". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 20 Juli 2022

Yang menvatakan.


DIYAN NUGROHO
NIM. H92218042

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : DIYAN NUGROHO

NIM : H92218042

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) DALAM PENENTUAN RUMAH TIDAK LAYAK HUNI DI KABUPATEN BOJONEGORO

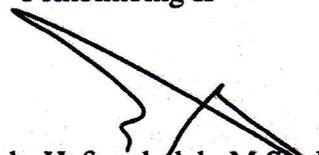
telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



Aris Farani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Pembimbing II



Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si., M.PMat.
NIP. 198002042014031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : DIYAN NUGROHO
NIM : H92218042
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) DALAM PENENTUAN RUMAH TIDAK LAYAK HUNI DI KABUPATEN BOJONEGORO

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 20 Juli 2022

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I


Nurissaidah Ulinnuha, M.Kom
NIP. 199011022014032004

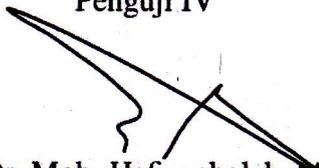
Penguji II


Ahmad Hanif Asyhar, M.Si
NIP. 198601232014031001

Penguji III


Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji IV


Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si., M.PMat.
NIP. 198002042014031001

Mengetahui,

Dean Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya




M. Saiful Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : DIYAN NUGROHO
NIM : H92218042
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : diyann2504@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

IMPLEMENTASI ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM

(ANFIS) DALAM PENENTUAN RUMAH TIDAK LAYAK HUNI

DI KABUPATEN BOJONEGORO

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 20 Juli 2022

Penulis

(DIYAN NUGROHO)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

IMPLEMENTASI *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) DALAM PENENTUAN RUMAH TIDAK LAYAK HUNI DI KABUPATEN BOJONEGORO

Dari tahun 2019 hingga 2021 di Kabupaten Bojonegoro terjadi peningkatan dalam merehabilitasi RTLH, hal tersebut memungkinkan banyaknya kesempatan RTLH bisa direhabilitasi menjadi RLH. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang implementasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* dalam penentuan RTLH di Kabupaten Bojonegoro dengan uji coba *K-fold Cross Validation*. Pada penelitian ini menggunakan uji coba $k = 5$ dan $k = 10$, untuk $k = 5$ didapatkan hasil akurasi sebesar 96% sedangkan $k = 10$ didapatkan hasil akurasi 98%. Hal tersebut menjelaskan bahwa uji coba $k = 10$ mendapatkan hasil yang lebih baik.

Kata kunci: RTLH, ANFIS, *K-Fold Cross Validation*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) IN DETERMINATION OF UNRELIABLE HOUSING IN BOJONEGORO DISTRICT

From 2019 to 2021, in Bojonegoro Regency, there will be an increase in rehabilitating RTLH. Allows many opportunities for RTLH to be rehabilitated into RLH. Therefore, it is necessary to conduct research on the implementation of the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System in determining the RTLH in Bojonegoro Regency with the K-fold Cross Validation trial. In this study using $k = 5$ and $k = 10$ trials, for $k = 5$ the accuracy results are 96% while for $k = 10$ the accuracy results are 98%. Explains that the $k = 10$ test got better results.

Keywords: RTLH, ANFIS, K-Fold Cross Validation

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Batasan Masalah	7
1.6. Sistematika Penulisan	8
II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Kriteria Rumah Layak Huni	10
2.2. Kriteria Rumah Tidak Layak Huni	11
2.3. Normalisasi Data	12
2.4. <i>K-Fold Cross Validation</i>	12
2.5. Logika <i>fuzzy</i>	13
2.6. <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS)	17

2.7. <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	19
2.8. <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference</i> (ANFIS)	20
2.9. <i>Confusion Matrix</i>	30
2.10. Rumah dalam Perspektif Islam	31
III METODE PENELITIAN	34
3.1. Jenis Penelitian	34
3.2. Jenis dan Sumber Data	34
3.3. Tahapan Penelitian	34
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. <i>Preprocessing</i>	38
4.1.1. Normalisasi Data	42
4.1.2. Pembagian Data	44
4.2. Proses <i>Training</i>	46
4.2.1. Pembentukan Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	46
4.2.2. Tahap Maju (<i>Forward</i>)	53
4.2.3. Tahap Mundur (<i>Backward</i>)	59
4.3. Proses <i>Testing</i>	68
4.4. Integrasi Keislaman	84
V PENUTUP	86
5.1. Kesimpulan	86
5.2. Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR TABEL

2.1	<i>Confusion Matrix</i>	30
4.1	Data RTLH	42
4.2	Data RTLH Ternormalisasi	43
4.3	Data Input RTLH	44
4.4	Pembagian Jumlah Data	45
4.5	Data <i>Training</i>	46
4.6	Nilai Awal Parameter	52
4.7	<i>Output Layer 1</i>	55
4.8	<i>Output Layer 2</i>	56
4.9	<i>Output Layer 3</i>	57
4.10	<i>Output Layer 4</i>	58
4.11	<i>Output Layer 5</i>	59
4.12	<i>Error Layer 5</i>	60
4.13	<i>Error Layer 4</i>	60
4.14	<i>Error Layer 3</i>	61
4.15	<i>Error Layer 2</i>	62
4.16	<i>Error Layer 1</i>	64
4.17	Nilai Baru Parameter	68
4.18	Iterasi 1 $k=5$	69
4.19	Iterasi 2 $k=5$	70
4.20	Iterasi 3 $k=5$	71
4.21	Iterasi 4 $k=5$	72
4.22	Iterasi 5 $k=5$	73
4.23	Iterasi 1 $k=10$	74
4.24	Iterasi 2 $k=10$	75
4.25	Iterasi 3 $k=10$	76

4.26 Iterasi 4 $k=10$	77
4.27 Iterasi 5 $k=10$	78
4.28 Iterasi 6 $k=10$	79
4.29 Iterasi 7 $k=10$	80
4.30 Iterasi 8 $k=10$	81
4.31 Iterasi 9 $k=10$	82
4.32 Iterasi 10 $k=10$	83

DAFTAR GAMBAR

2.1	<i>K-Fold Cross Validation</i>	13
2.2	Kurva Segitiga	14
2.3	Kurva Trapesium	15
2.4	Kurva Lonceng	16
2.5	Proses FIS	17
2.6	Struktur ANFIS	21
2.7	Diagram Alir <i>Backward</i> ANFIS	23
3.1	Diagram Alir Klasifikasi ANFIS	35
4.1	Fungsi keanggotaan JL	47
4.2	Fungsi keanggotaan JD	48
4.3	Fungsi keanggotaan JA	49
4.4	Fungsi keanggotaan SAM	49
4.5	Fungsi keanggotaan SP	50
4.6	Fungsi keanggotaan FB	51
4.7	Fungsi keanggotaan LL	52
4.8	Struktur Jaringan ANFIS	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kemiskinan merupakan hal yang lumrah sebagai permasalahan di berbagai negara. Bahkan kemiskinan bisa menyebabkan sebuah provokasi untuk masyarakat dan juga negara sebagai ajang mendekati puncak kehidupan di dunia (Jalil dkk., 2020). Kemiskinan dapat terjadi karena tidak terpenuhinya suatu kebutuhan. Kebutuhan Manusia dapat dikatakan tidak sedikit dan beraneka ragam, bahkan kebutuhannya terus meningkat beriringan dengan perkembangan peradaban, teknologi, dan ilmu pengetahuan (Aminin dan Farid, 2019). Pada dasarnya manusia memiliki tiga kebutuhan pokok, yaitu sandang, papan, dan pangan. Dari ketiga kebutuhan pokok masing-masing harus terpenuhi, misal suatu individu hanya terpenuhi kebutuhan sandang dan pangan saja, hal tersebut dapat dikatakan bahwa individu masih berada di garis kemiskinan.

Kebutuhan papan atau tempat tinggal merupakan kebutuhan yang utama, dikarenakan aktivitas dari pagi sampai menjelang pagi dilakukan di tempat tinggal, serta menjadi destinasi untuk pulang darimanapun (Aminin dan Farid, 2019). Rumah juga punya peran yang berpengaruh sebagai inti dari pendidikan keluarga, dan budaya, serta perwujudan jati diri dalam ikhtiar pengembangan kualitas bagi generasi yang mendatang (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016). Tempat tinggal yang nyaman dan aman menjadi parameter untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Dalam sektor perumahan ada dua

kategori yaitu rumah tidak layak huni dan rumah layak huni. Rumah layak huni yaitu rumah yang memperhatikan keselamatan bangunan, kecukupan minimum luas bangunan, dan kesehatan penghuninya (Permenpera No.22/, 2008).

Dalam Alquran juga terdapat perihal membangun rumah yang nyaman dan layak untuk ditinggali, tepatnya pada surat *An-Nahl* ayat 80 yang berbunyi :

وَاللّٰهُ جَعَلَ لَكُمْ مِّنْ بُيُوتِكُمْ سَكَنًا وَجَعَلَ لَكُمْ مِّنْ جُلُودِ الْاَنْعَامِ بُيُوتًا تَسْتَخِفُّونَهَا يَوْمَ
ظَلَعْتُمْ وَاَقَامْتُمْ وَمِنْ اَصْوَابِهَا وَأَوْبَارِهَا وَأَشْعَارِهَا اَتَاثًا وَمَتَاعًا اِلَى حِينٍ ﴿٨٠﴾

Artinya :

”80. Allah menjadikan bagimu rumah sebagai tempat tinggal dan Dia menjadikan bagimu dari kulit binatang ternak (sebagai) rumah (kemah) yang kamu merasa ringan (membawa)-nya pada waktu kamu bepergian dan bermukim. (Dijadikan-Nya pula) dari bulu domba, bulu unta, dan bulu kambing peralatan rumah tangga serta kesenangan sampai waktu (tertentu).”

Berdasarkan tafsir Jalalain terkait surat *An-Nahl* ayat 80 yaitu, Allah telah mewujudkan bagi kalian terkait rumah-rumah menjadi sebuah tempat tinggal agar kalian bisa bermukim di dalamnya, dan Allah telah mewujudkan bagi kalian rumah-rumah yang terbuat dari kulit binatang ternak yang nantinya dapat digunakan seperti halnya kemah-kemah dan tenda-tenda agar terasa ringan disaat kalian membawanya dalam perjalanan dan ingin bermukim,serta diwujudkan-Nya juga dari bulu unta, bulu kambing, dan bulu domba sebagai alat perabot rumah tangga seperti permadani, dan perhiasan dinding rumah, serta perhiasan dimana nantinya kalian dapat menikmatinya sampai batas waktu tertentu, karena nantinya barang-barang tersebut akan rusak (As-Suyuthi dan Al-Mahalli, 2003).

Ada juga hadis yang telah diinformasikan kepada Abu Nu'aim dan Qabishah, mereka menginformasikan bahwa, telah dikabarkan kepada Sufyan, dari Habib bin Abi Tsabit, dari Khumail, dari Nafi' bin Abdul Harits, sesungguhnya Nabi Muhammad SAW bersabda.

عَنْ نَافِعِ بْنِ الْحَارِثِ، عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: مَنْ سَعَادَةٌ
الْمَرْءِ الْمِسْكِنِ الْوَاسِعِ، وَالْجَارِ الصَّالِحِ، وَالْمَرْكَبِ الْهَنِيِّ

Artinya :

”Diantara kebahagiaan seseorang adalah rumah yang luas, tetangga yang saleh, dan kendaraan yang tenang.” (Al-Bukhari, 2018).

Dari hadis di atas, pentingnya mempunyai suatu rumah yang layak huni, bukan hanya berarti nyaman untuk ditinggali, tapi bisa diartikan menjadi lebih luas, mulai dari lingkungan yang ramah, tetangga yang baik sehingga ketika di rumah akan menciptakan rasa aman karena dikelilingi dengan orang-orang yang baik. Jika dari hal tersebut belum terpenuhi, maka bisa dikatakan bahwa rumah tersebut tidak layak huni.

Pemerintah sampai saat ini masih mengusahakan berbagai upaya demi masyarakatnya mencapai tingkat kesejahteraan yang setara, terutama pada masyarakat berpenghasilan rendah atau masyarakat yang berada di tingkat kesejahteraan terendah. Upaya yang dilakukan pemerintah demi mensejahterkan masyarakat yaitu dengan mengadakan program untuk Rumah Tidak Layak Huni (RTLH) atau acap didengar dengan bedah rumah. Program tersebut ditujukan untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) yang punya keterbatasan daya beli sehingga butuh untuk mendapat support pemerintah agar mendapat rumah layak huni (Kastina and Silalahi, 2016). Pemerintah Kabupaten Bojonegoro juga

mengadakan program serupa yang diberi nama Aladin singkatan dari Atap, lantai dan dinding. Program Aladin dirintis sedari tahun 2016 yang mulanya sekadar dapat memperbaiki jamban saja dan saat ini di-*upgrade* untuk memperbaiki rumah dengan atap, lantai, dan dinding menjadi fokus fundamental (Aminin dan Farid, 2019).

Berdasarkan data pada web resmi Pemkab Bojonegoro menjelaskan bahwa pada tahun 2019 terdapat sebanyak 1.558 RTLH telah direhabilitasi, pada tahun 2020 sebanyak 3.743 RTLH telah direhab, dan pada tahun 2021 sebanyak 3.924 RTLH siap untuk direhab (Afifah, 2021). Dari hal tersebut terlihat adanya peningkatan perbaikan RTLH, sehingga semakin banyak RTLH yang akan direhabilitasi nantinya. Akan tetapi, dalam penentuan RTLH tentunya masih banyak yang kurang tepat, sehingga perlu dilakukan studi tentang klasifikasi RTLH. Dalam melakukan klasifikasi RTLH terdapat beberapa kriteria yang mempengaruhi, yaitu dilihat dari kondisi rumah (bangunan) seperti halnya kondisi luas lantai, kondisi jenis lantai, kondisi jenis atap, kondisi jenis dinding, kondisi air minum, dan kondisi sanitasi (Tumanggor dkk., 2018).

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan ketika ingin menentukan suatu keputusan dalam klasifikasi, yaitu *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT) (Kugemann dan Polatidis, 2019), *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) (Angilella dan Pappalardo, 2021), *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) (Nagarathinam dan Ponnuchamy, 2019), dan lain sebagainya. Pada kasus ini, metode yang digunakan adalah metode ANFIS, dikarenakan strukturnya yang kompleks, dimana ANFIS merupakan suatu metode yang memanfaatkan jaringan syaraf tiruan untuk mengaplikasikan ke dalam *Fuzzy Inference System* (Permana dkk., 2020).

Keunggulan dari logika Fuzzy terletak di penerjemahan data yang didalamnya terkandung suatu ketidakjelasan atau ketidakpastian (Komsiyah dan Desvania, 2021). Selain itu data yang digunakan berada pada rentang 0 sampai 1 sehingga sesuai dengan ANFIS.

Kajian terkait metode ANFIS telah dilakukan oleh Retno dan Inna (2019) yang berfokus pada identifikasi jenis penyakit yang terdapat pada daun tanaman padi menggunakan metode ANFIS dengan nilai akurasi sebesar 98,5 % Whidhiasih dkk. (2019). Peneliti lain yang menerapkan ANFIS ke dalam suatu permasalahan adalah suwanto dkk (2021), metode ANFIS diaplikasikan dalam pengidentifikasian jenis beras dengan nilai akurasi 85,2% (Suwanto dkk., 2021). Selain itu ANFIS bisa dimanfaatkan untuk mengidentifikasi seseorang yang mengidap epilepsi, penelitian ini dilakukan oleh Suwanto dkk (2019) dengan nilai akurasi sebesar 89,33% (Suwanto dkk., 2021).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait klasifikasi, khususnya klasifikasi dalam penentuan RTLH dengan mengaplikasikan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang berfokus pada luas lantai, jenis lantai, jenis dinding, jenis atap, sumber air minum, sumber penerangan, dan fasilitas buang air besar.

1.2. Rumusan Masalah

Bersumber pada latar belakang di atas, dapat dirumuskan suatu permasalahan yang dapat diangkat menjadi suatu masalah yang penting diantaranya:

1. Bagaimana metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) bekerja dalam menentukan suatu keputusan terkait Rumah Tidak Layak Huni dan

Rumah Layak Huni?

2. Bagaimana kinerja yang dihasilkan dari metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Bersumber pada rumusan masalah di atas, maka tujuan yang akan dicapai adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja dan hasil dari metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam penentuan suatu keputusan terkait Rumah Tidak Layak Huni dan Rumah Layak Huni.
2. Mengetahui dan menganalisa kinerja yang dihasilkan dari metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*

1.4. Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat berbagai manfaat untuk khalayak umum diantaranya yaitu:

1. Manfaat Teoritis

(a) Bagi Penulis

Penelitian ini bisa menjadi pembelajaran terkait metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS), sehingga bisa menjadi lebih mahir dalam pemanfaatan metode ANFIS dan bisa mengaplikasikan metode ANFIS ke dalam berbagai bidang lainnya.

(b) Bagi Pembaca

Penelitian ini bisa menjadi referensi terkait metode *Adaptive Neuro*

Fuzzy Inference System (ANFIS) dan sedikit pengetahuan terkait bantuan pemerintah tepatnya program Aladin, serta menambah wawasan tentang kriteria Rumah Layak Huni.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini bisa menjadi referensi khalayak umum, khususnya bagi masyarakat Kabupaten Bojonegoro dalam mengklasifikasikan Rumah Tidak Layak Huni dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS).

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat batasan-batasan, karena penelitian ini bisa menjadi sangat luas jika tidak adanya suatu batasan. Batasan permasalahannya sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data rumah tangga yang berada di tingkat kemiskinan terendah kabupaten Bojonegoro tahun 2020 yang mempunyai dua kelas, yaitu RTLH dan RLH.
2. Metode yang dipakai adalah *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)
3. Fitur yang digunakan adalah luas lantai, jenis lantai, jenis dinding, jenis atap, sumber air minum, sumber penerangan, dan fasilitas buang air besar.
4. Penelitian ini menggunakan software Matlab sebagai media dalam pengklasifikasian Rumah Tidak Layak Huni dan Rumah Layak Huni

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika pada penelitian ini secara garis besar ada tiga bagian yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir.

1. Bagian Awal

Bagian ini berisi halaman judul, kata pengantar dan daftar isi.

2. Bagian Isi

Bagian ini merupakan inti sari pembahasan yang terdiri dari beberapa BAB terkait penelitian ini yaitu:

(a) BAB I PENDAHULUAN

Berisi gambaran permasalahan yang akan dikaji, beberapa penelitian sebelumnya yang punya kesamaan dengan permasalahan, perumusan masalah yang hendak dipecahkan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, pembatasan permasalahan, dan sistematika penulisan.

(b) BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi literatur *review* yang menggambarkan definisi, teori dan persamaan formula yang dipakai sebagai asas dan acuan dalam penelitian. Diantaranya yaitu Rumah Tidak Layak Huni (RLH), *Fuzzy Inference System* (FIS), *Neural Network* (NN), *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS), dan integrasi keislaman.

(c) BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang jenis penelitian dan data yang digunakan dalam penelitian, serta tahapan atau alur penelitian.

(d) BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil yang diperoleh dalam penelitian dan analisis dari hasil

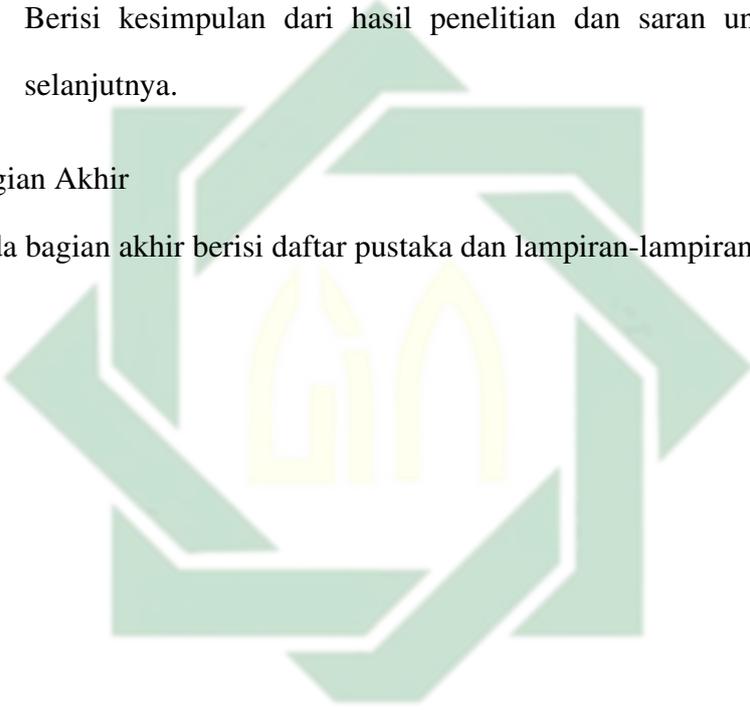
tersebut. Diantaranya mendeskripsikan proses metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam pengklasifikasian Rumah Tidak Layak Huni beserta parameternya dan menganalisis hasil dari klasifikasi.

(e) BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

3. Bagian Akhir

Pada bagian akhir berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kriteria Rumah Layak Huni

Rumah berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat adalah suatu konstruksi gedung yang mempunyai fungsi seperti halnya tempat hunian, fasilitas pembinaan keluarga, gambaran harkat dan martabat penghuninya serta menjadi aset bagi pemiliknya (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021). Secara fisik rumah dapat diartikan sebagai tempat yang dominan untuk melakukan kegiatan domestik, termasuk cara berkomunikasi tentang ide atau ekspresi diri penghuni yang melekat sebagai budaya (Sari and Mutiari, 2014).

Rumah menempuh perubahan yang mengakibatkan meningkatnya keilmuan manusia dari yang simpel menuju tingkat yang lebih kompleks. keilmuan ini dapat membantu untuk membimbing manusia agar lebih memahami arti dari nilai, konsepsi, atau paham dengan suatu bimbingan tentang tindakan dalam pencarian pengalaman yang harmonis hingga mencapai ketentraman, ketenangan, dan keseimbangan batin. Ideologi perihal konsep keberhasilan dalam bertempat tinggal dapat memberikan deskripsi keberadaan serta status seseorang, bisa jadi mempunyai pengendalian territorial atas ruang spasialnya (Sari and Mutiari, 2014). Rumah hanya menjadi suatu strategi yang real agar bisa mengejawantahkan ikhtiar meninggal suatu tempat, yang tersusun dari struktur bangunan fisik dimana didalamnya terkandung satuan soial, simbolis, dan praktis (Santosa, 2000).

Rumah Layak Huni atau biasa disebut dengan RLH merupakan tempat

hunian yang telah mencapai kelengkapan syarat kenyamanan, kesehatan, keamanan, dan sosial. Pendirian dan rehabilitasi rumah agar bisa menjadi Rumah Layak Huni merupakan ikhtiar dalam rangka menyediakan tempat hunian yang telah mencapai kelengkapan syarat kenyamanan, kesehatan, keamanan, dan sosial bagi keluarga prasejahtera atau rumah tangga miskin (Hasibuan, 2021).

2.2. Kriteria Rumah Tidak Layak Huni

Rumah Tidak Layak Huni atau biasa disebut RTLH memiliki kriteria yang tidak memenuhi standar dalam pembangunannya. Berikut kriteria Rumah Tidak Layak Huni dari berbagai dinas yang bersangkutan, salah satunya adalah Badan Pusat Statistik (BPS) (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016):

1. Luas dari lantai bangunan tempat hunian $< 8m^2$ per orang.
2. Jenis dari lantai bangunan tempat hunian berupa bambu/tanah/kayu murahan.
3. Jenis dari dinding tempat hunian berupa rumbia/bambu/kayu dengan kualitas rendah/tembok tanpa adanya plester.
4. Jenis dari atap berupa rumbia/bambu, alang-alang, atau genteng tanah berkualitas murah.
5. Tidak adanya fasilitas BAB/gabung dengan rumah tangga lain.
6. Sumber dari penerangan rumah tangga tidak memakai listrik.
7. Sumber dari air minum didapatkan dari sumur/mata air yang tidak terlindung/sungai/air hujan.

2.3. Normalisasi Data

Normalisasi data merupakan proses transformasi data menjadi linear dengan jangkauan nilai dari 0 sampai 1 tanpa harus kehilangan karakter dari data tersebut. secara umum persamaannya dapat dituliskan (Ananda, 2018):

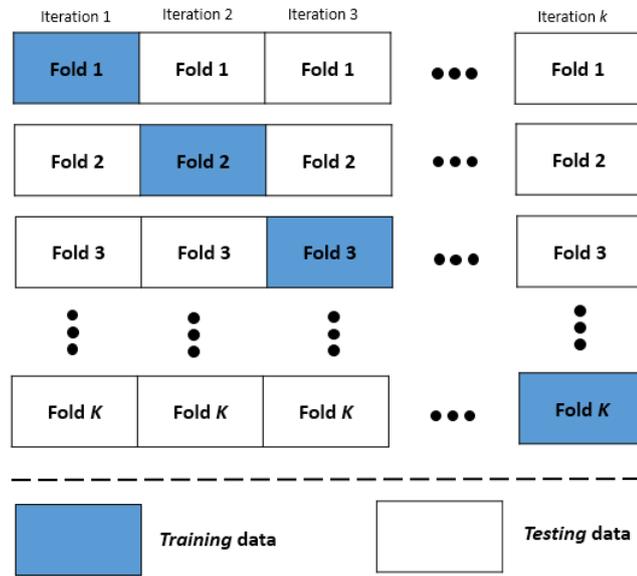
$$X' = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \quad (2.1)$$

ket:

- X' = Nilai setelah normalisasi
- X = Nilai sebelum normalisasi
- $\min(X)$ = Nilai minimum
- $\max(X)$ = Nilai maksimum

2.4. K-Fold Cross Validation

K-fold cross validation termasuk dalam salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi suatu model, pada *cross validation* data set dibagi sesuai dengan jumlah k lipatan. Pada setiap iterasi, satu lipatan akan digunakan sebagai data *testing* dan sisanya akan digunakan sebagai data *training* (Wayahdi dkk., 2020). Ilustrasi mengenai *K-fold cross validation* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1 K-Fold Cross Validation

sumber : (Tembusai, 2021)

2.5. Logika *fuzzy*

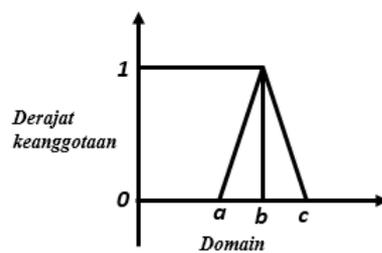
Logika *fuzzy* diviralkan oleh Prof. Lotfi Zadeh dari Universitas California USA, pada tahun 1965. Teori himpunan yang telah dikembangkan Prof. Lotfi Zadeh yaitu, untuk setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang berada di antara 0 sampai dengan 1 yang acap disebut sebagai himpunan kabur. Menurut logika *fuzzy*, suatu nilai bisa bernilai benar dan salah dalam kurun waktu yang bersamaan, akan tetapi untuk besaran nilai kesalahan dan kebenaran selaras dengan bobot keanggotaannya (Batubara, 2017). Himpunan *fuzzy* berpatokan pada suatu ide untuk memperluas cakupan fungsi karakteristik, dimana hal tersebut akan menjangkau bilangan real di interval $[0,1]$ (Saelan, 2009).

Logika *fuzzy* mempunyai beberapa fungsi keanggotaan (membership function), dimana fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang memperlihatkan penyebaran titik-titik input data menuju ke dalam nilai

keanggotaannya. Terdapat beberapa fungsi keanggotaan dari Logika *fuzzy*, yaitu :
(Purwandani dan Wibowo, 2019):

1. Fungsi Kurva Segitiga

Kurva segitiga sebenarnya penggabungan dari 2 garis (linear) seperti pada gambar 5.



Gambar 2.2 Kurva Segitiga

sumber : (Purwandani dan Wibowo, 2019)

Kurva segitiga memiliki 3 parameter yaitu a,b,c dengan fungsi keanggotaan seperti dibawah ini :

$$\mu[x; a, b, c] \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq b \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.2)$$

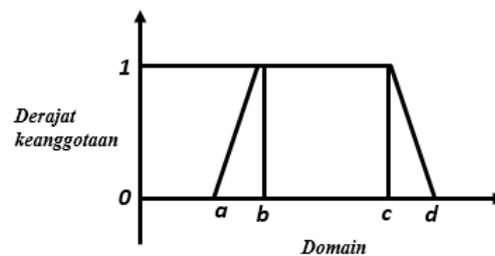
Dengan memakai min dan max, maka dapat menghasilkan rumus alternatif sebagai berikut :

$$\mu(x; a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \quad (2.3)$$

Dimana nilai $a < b < c$ sebagai penentu koordinat x tiga siku.

2. Fungsi Kurva Trapesium

Pada dasarnya kurva trapesium mirip dengan bentuk segitiga, namun ada suatu titik yang mempunyai nilai keanggotaan 1



Gambar 2.3 Kurva Trapesium

sumber :(Purwandani dan Wibowo, 2019)

Kurva trapesium memiliki 4 parameter yaitu $[a,b,c,d]$ dengan fungsi keanggotaan seperti dibawah ini :

$$\mu[x] \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 1; b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; x \geq d \end{cases} \quad (2.4)$$

Dengan menggunakan *min* dan *max*, maka dapat menghasilkan rumus alternatif sebagai berikut :

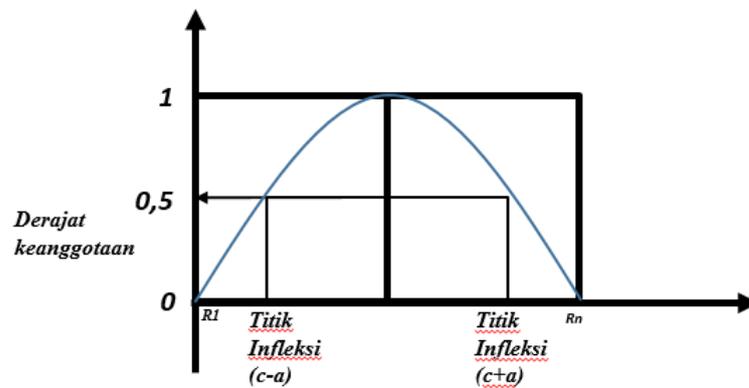
$$\mu(x; a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right) \quad (2.5)$$

Dimana nilai $a < b < c < d$ sebagai penentu koordinat x berdasarkan 4 sudut

inti dari fungsi keanggotaan.

3. Fungsi Kurva Lonceng (gbellmf)

Fungsi kurva lonceng atau bisa disebut *Generalized bell-shaped membership function (gbellmf)* mempunyai indikator a , b , dan c , dengan b positif dan c memperlihatkan nilai tengah atau pusat (Handoyo dan Prasajo, 2017).



Gambar 2.4 Kurva Lonceng

sumber : (Purwandani dan Wibowo, 2019)

Gbellmf mempunyai fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$f(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^{2b}} \quad (2.6)$$

ket:

x = Nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy*

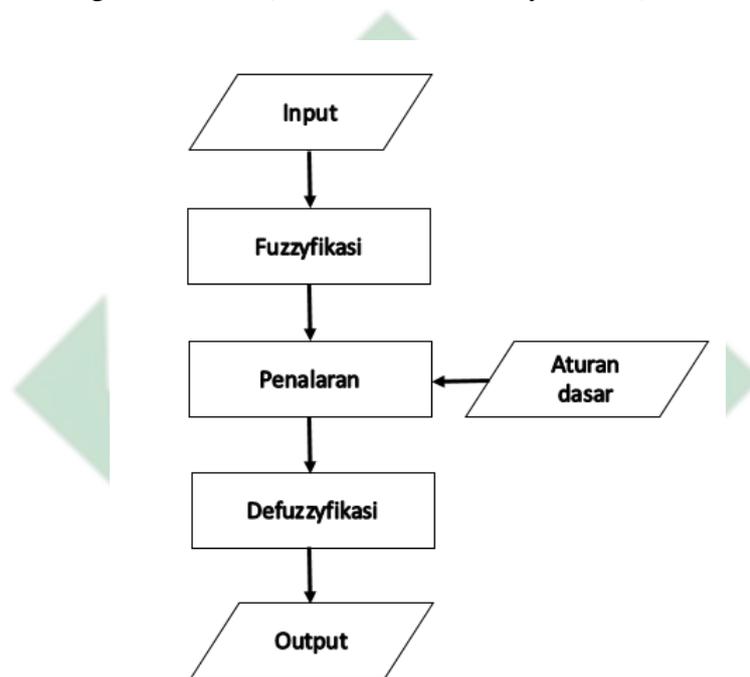
a = Lebar fungsi keanggotaan

b = Nilai bias

c = Nilai pusat fungsi keanggotaan

2.6. Fuzzy Inference System (FIS)

Fuzzy Inference System atau biasa disebut sistem inferensi *fuzzy* merupakan suatu sistem yang mempunyai kelebihan melakukan penalaran menggunakan nalurnya. *Fuzzy Inference System* mempunyai beberapa tahapan, yaitu seperti diagram berikut (Lazuardi dan Prasetyo, 2018).



Gambar 2.5 Proses FIS

sumber : (Lazuardi dan Prasetyo, 2018)

Pada gambar 2.5 mendeskripsikan input yang berupa angka tertentu serta *output* yang akan dihasilkan berupa angka juga. *Fuzzifikasi* adalah pemetaan nilai input menuju kedalam fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy*, agar nantinya bisa diolah kedalam mesin penalaran. Dalam FIS aturan dasar merupakan aturan yang bersifat implikasi seperti “jika p maka q”. Aturan dasar dapat ditentukan dengan meminta bantuan seorang yang expert dalam bidang tersebut, karena orang tersebut yang mengetahui seluk beluk karakteristik dari objek yang akan diteliti.

Pada tahap penalaran sistem akan menalar nilai yang telah masuk agar bisa menentukan nilai keluaran sebagai bentuk dari pengambil keputusan. Untuk tahap yang terakhir yaitu *defuzzifikasi*, dimana *defuzzifikasi* adalah kebalikan *fuzzifikasi* yaitu memetakan himpunan *fuzzy* menuju himpunan tegas. Kemudian dari proses *defuzzifikasi* dihasilkan *output* dari *Fuzzy Inference System* (Lazuardi dan Prasetyo, 2018).

Dalam *Fuzzy Inference System* terdapat 3 metode yaitu, metode Mamdani, metode Tsukamoto, dan terakhir metode Takagi Sugeno Kang (TSK). Dalam penelitian ini menggunakan metode Takagaki Sugeno Kang (TSK), sebenarnya metode TSK hampir mirip dengan metode Mamdani, bedanya *output* (konsekuen) berbentuk persamaan linear atau konstanta (Rizky dkk., 2020). Fungsi keanggotaan dari metode TSK berupa fungsi *singleton* yaitu fungsi keanggotaan yang mempunyai bilangan keanggotaan 1 terhadap fungsi terbaru tunggal dan 0 pada fungsi terbaru lainnya (Darmawi dkk., 2021). Dalam metode Sugeno terdapat suatu cara untuk menentukan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yaitu dengan melihat berdasar pada indikator tertentu (Putri, 2017). Metode TSK mempunyai kelebihan dibanding metode lain, yaitu proses *defuzzifikasi* pada metode TSK lebih efisien dikarenakan penghitungan fungsi *output rule* ke-*i* merupakan sebuah *weight average* (Alfianti Oktavia dan Maulidi, 2019). Secara umum persamaan dari metode Takagaki Sugeno Kang dapat dirumuskan (Azhar, 2018):

1. Model Sugeno Orde 0

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1 \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ x_j \text{ is } A_j) \text{ THEN } z = k \quad (2.7)$$

Dimana A_j merupakan himpunan *fuzzy* ke- j sebagai anteseden dan k

berperan sebagai suatu konstanta (*crisp*) sebagai konsekuen.

2. Model Sugeno Orde 1

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1 \circ \dots \circ x_j \text{ is } A_j) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_j * x_j + q \quad (2.8)$$

Dimana A_j merupakan himpunan *fuzzy* ke- j sebagai anteseden dan p_j berperan sebagai suatu konstanta (*crisp*) ke- j dan q juga termasuk suatu konstanta dalam konsekuen.

2.7. Artificial Neural Network (ANN)

Artificial Neural Network atau acap disebut sebagai jaringan syaraf tiruan merupakan suatu media pemodelan yang mengaplikasikan sistem kerja jaringan syaraf manusia untuk mendapat hasil dengan tingkat keandalan yang disebabkan maximal, dengan menerapkan sistem pembelajaran antara variabel yang terlibat di dalam proses pemodelan (Afifuddin dkk, 2021).

Secara umum kontruksi dari *Artificial Neural Network* punya berbagai lapisan, lapisan-lapisan tersebut memiliki banyak *node* (neuron) yang tidak sama, berikut lapisan-lapisan yang ada dalam *Artificial Neural Network* (Yuniarti dan Gunawan, 2021):

1. Input layer (lapisan masukan)

Berupa lapisan yang tersusun dari sejumlah neuron yang bertugas menerima sinyal dari luar untuk diteruskan menuju neuron-neuron lain yang ada dalam jaringan.

2. Hidden layer (lapisan tersembunyi)

Berupa replika dari sel syaraf motorik yang ada di jaringan syaraf biologis.

layer ini bertugas untuk *upgrade skill* jaringan dalam pemecahan masalah.

3. *Output layer* (lapisan keluaran)

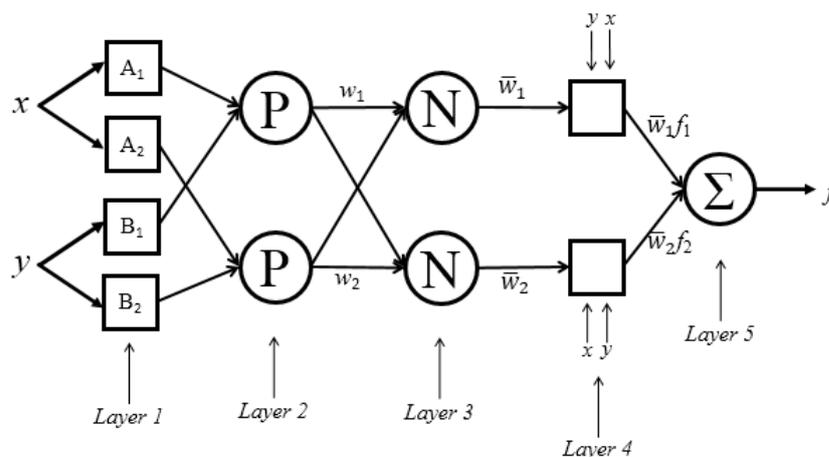
Berupa replika dari sel syaraf motorik yang ada di jaringan syaraf biologis.

layer ini bertugas sebagai penyalur sinyal-sinyal keluaran dari hasil pemrosesan jaringan.

2.8. *Adaptive Neuro Fuzzy Inference*(ANFIS)

Adaptive Neuro Fuzzy Inference atau acap disebut ANFIS merupakan penyatuan mekanisme *fuzzy inference system* yang kemudian dideskripsikan dalam arsitektur *Artificial Neural Network*. *Fuzzy inference system* yang dipakai merupakan model Takagi Sugeno Kang orde 0 dengan mempertimbangkan kesederhanaan serta kemudahan komputasi (Ersyad, 2018). Dengan kolaborasi keduanya, metode tersebut akan sanggup menutupi kekurangan dari masing-masing, seperti proses penentuan keputusan dari *fuzzy logic* yang berbelit-belit dan lama dapat dengan sendirinya dilakukan oleh *Artificial Neural Network* dalam proses berfikir (Hardiyanti and Shofiyah, 2020).

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System dapat mengkontruksi suatu pemetaan dari *input-output* dimana keduanya berdasar pada intelektualitas manusia dengan *rule fuzzy IF-THEN* menggunakan *membership function* yang sesuai (Silviani dkk., 2021). Susunan dasar ANFIS terdiri dari 5 *layer* sebagai berikut (Silviani dkk., 2021):



Gambar 2.6 Struktur ANFIS

sumber :(Silviani dkk., 2021)

1. layer 1

Pada *layer* (lapisan) pertama yang bisa disebut sebagai lapisan *fuzzifikasi* merupakan *layer* yang berfungsi sebagai pembangkit derajat keanggotaan. Simpul yang berasal dari lapisan ini akan tersambung dengan nilai keanggotaan fuzzy. Secara umum dapat dirumuskan :

$$O_{1,j} = \mu_{A_j}(x), \text{ untuk } j=1,2 \quad (2.9)$$

$$O_{1,j} = \mu_{B_{j-2}}(x), \text{ untuk } j=3,4 \quad (2.10)$$

Dimana x dan y merupakan input terhadap simpul ke- j

2. layer 2

Pada *layer* kedua atau lapisan produk, dimana masing-masing dari *output* simpul mengemukakan *firing strength* (derajat pengaktifan) tiap *output* fuzzy. Fungsi ini bisa dijabarkan ketika bagian *premise* mempunyai lebih dari dua himpunan fuzzy. Jumlah keseluruhan dari simpul yang terdapat di

lapisan ini menyatakan banyaknya *rule* yang terbentuk. Secara garis besar dapat dirumuskan:

$$O_{2,j} = W_j = \mu_{A_j}(x)\mu_{B_j}(y), \text{ untuk } j=1,2 \quad (2.11)$$

3. *Layer 3* Pada *layer* ketiga atau bisa disebut sebagai lapisan normalisasi, karena pada lapisan ini merupakan simpul nonadaptif yang memperlihatkan fungsi derajat pengaktifan yang ternormalisasi (*normalized firing strength*) yaitu perbandingan *output* simpul ke-*i* di lapisan sebelumnya dengan semua *output* lapisan sebelumnya, sehingga terbentuk fungsi sebagai berikut:

$$O_{3,j} = \bar{W}_j = \frac{W_j}{W_1 + W_2}, \text{ untuk } j=1,2 \quad (2.12)$$

4. *Layer 4* Pada *layer* keempat terjadi proses *defuzzifikasi*, yaitu menghitung keluaran aturan yang berdasar pada parameter *consequent*. Secara garis besar dituliskan sebagai berikut:

$$O_{4,j} = \bar{W}_j f_j = \bar{W}(f) \quad (2.13)$$

Dimana *f* merupakan parameter konsekuen pada *fuzzy* sugeno orde 0.

5. *Layer 5* *Layer* kelima atau terakhir merupakan lapisan total *output* yang berfungsi sebagai penghitung sinyal *output* ANFIS dengan cara mentotal kesureuhan sinyal yang telah masuk. Secara garis besar dapat dituliskan sebagai berikut:

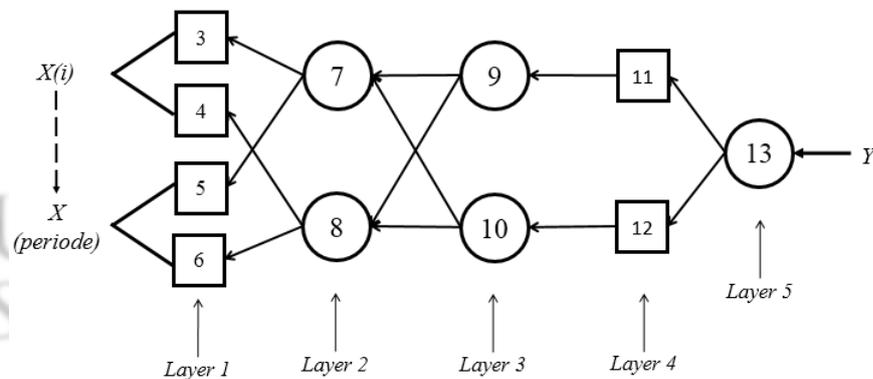
$$O_{5,j} = \sum_j \bar{w}_j f_j = \frac{\sum_j \bar{w}_j f_j}{\sum_j \bar{w}_j} \quad (2.14)$$

Kesalahan pada *output* jaringan adaptif dan target disalurkan balik

menggunakan *gradient descent* untuk mendapatkan pembaharuan parameter premis. Tahapan dari proses pembelajaran maju-mundur ini disebut *epoch*. Dalam tahapan mundur *backward*, suatu jaringan adaptif bisa dilatih sehingga memperoleh nilai indikator a dan c dalam persamaan (2.6). Dengan menentukan nilai $b = 1$, maka didapatkan suatu persamaan sebagai berikut:

$$f(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^2} \quad (2.15)$$

Perbaikan terhadap nilai parameter a dan c dapat dilakukan dengan memakai model propagasi *error gradient descent*. Dalam proses ini, algoritma EBP (*error Backpropagation*) berperan dalam pembaharuan parameter ANFIS dengan melakukan perhitungan *error* pada setiap lapisan. untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada diagram alir dibawah ini (Ananda, 2018):



Gambar 2.7 Diagram Alir Backward ANFIS

sumber :(Ananda, 2018)

1. Error pada layer 5

ketika jaringan adaptif punya 1 neuron pada *layer output* (neuron no 13),

maka untuk errornya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon_{13} = \frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} = -2(y_p - y'_p) \quad (2.16)$$

Dimana y_p merupakan target keluaran data *training* ke- p serta y'_p merupakan keluaran jaringan data *training* ke- p .

2. Error pada layer 4

Perhitungan propagasi *error* yang mengarah pada *layer* 4, yaitu neuron 12 dan neuron 11 yang bisa ditulis persamaannya sebagai berikut:

$$\varepsilon_{11} = \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) = \varepsilon_{13} \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) = \varepsilon_{13}(1) = \varepsilon_{13} \quad (2.17)$$

dikarenakan $f_{13} = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2$, maka $\left(\frac{\partial f_{13}}{\partial (\bar{w}_1 f_1)} \right) = 1$

$$\varepsilon_{12} = \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}} \right) = \varepsilon_{13} \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}} \right) = \varepsilon_{13}(1) = \varepsilon_{13} \quad (2.18)$$

dikarenakan $f_{13} = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2$, maka $\left(\frac{\partial f_{13}}{\partial (\bar{w}_2 f_2)} \right) = 1$

3. Error pada layer 3

Perhitungan propagasi *error* yang mengarah pada *layer* 3, yaitu neuron 10 dan neuron 9 yang bisa ditulis persamaannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \varepsilon_9 &= \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) \left(\frac{\partial f_{11}}{\partial x_9} \right) \\ &= \varepsilon_{11} \left(\frac{\partial f_{11}}{\partial x_9} \right) \\ &= \varepsilon_{11} f_1 \end{aligned} \quad (2.19)$$

dikarenakan $f_{11} = \bar{w}_1 f_1$, maka $\left(\frac{\partial f_{11}}{\partial(\bar{w}_1)}\right) = f_1$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{10} &= \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}}\right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}}\right) \left(\frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}}\right) \\ &= \varepsilon_{12} \left(\frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}}\right) \\ &= \varepsilon_{12} f_2\end{aligned}\tag{2.20}$$

dikarenakan $f_{12} = \bar{w}_2 f_2$, maka $\left(\frac{\partial f_{12}}{\partial(\bar{w}_2)}\right) = f_2$

4. Error pada layer 2

Perhitungan propagasi *error* yang mengarah pada *layer 2*, yaitu neuron 8 dan neuron 7 yang bisa ditulis persamaannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\varepsilon_7 &= \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}}\right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}}\right) \left(\frac{\partial f_{11}}{\partial x_9}\right) \left(\frac{\partial f_9}{\partial x_7}\right) + \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}}\right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}}\right) \left(\frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}}\right) \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial x_7}\right) \\ &= \varepsilon_9 \left(\frac{\partial f_9}{\partial x_7}\right) + \varepsilon_{10} \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial x_7}\right) \\ &= \varepsilon_9 \left(\frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2}\right) + \varepsilon_{10} \left(-\frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2}\right) \\ &= \frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2} (\varepsilon_9 - \varepsilon_{10})\end{aligned}\tag{2.21}$$

dikarenakan $f_9 = \frac{w_2}{w_1 + w_2}$, maka $\left(\frac{\partial f_9}{\partial w_1}\right) = \frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2}$; dan

$$\begin{aligned}
f_{10} &= \frac{w_2}{w_1 + w_2}, \text{ maka } \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial w_1} \right) = \frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2} \\
\varepsilon_8 &= \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{11}} \right) \left(\frac{\partial f_{11}}{\partial x_9} \right) \left(\frac{\partial f_9}{\partial x_8} \right) + \left(\frac{\partial E_p}{\partial x_{13}} \right) \left(\frac{\partial f_{13}}{\partial x_{12}} \right) \left(\frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}} \right) \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial x_8} \right) \\
&= \varepsilon_9 \left(\frac{\partial f_9}{\partial x_8} \right) + \varepsilon_{10} \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial x_8} \right) \\
&= \varepsilon_9 \left(-\frac{w_1}{(w_1 + w_2)^2} \right) + \varepsilon_{10} \left(\frac{w_1}{(w_1 + w_2)^2} \right) \\
&= \frac{w_1}{(w_1 + w_2)^2} (\varepsilon_{10} - \varepsilon_9) \tag{2.22}
\end{aligned}$$

dikarenakan $f_9 = \frac{w_1}{w_1 + w_2}$, maka $\left(\frac{\partial f_9}{\partial w_2} \right) = \frac{w_1}{(w_1 + w_2)^2}$; dan

$$f_{10} = \frac{w_2}{w_1 + w_2}, \text{ maka } \left(\frac{\partial f_{10}}{\partial w_2} \right) = \frac{w_2}{(w_1 + w_2)^2}$$

5. Error pada layer 1

Perhitungan propagasi *error* yang mengarah pada *layer* 1, yaitu neuron 6,5,4, dan 3 yang bisa ditulis persamaannya sebagai berikut :

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_7 \left(\frac{\partial f_7}{\partial x_3} \right) = \varepsilon_7 \mu_{B1}(x_2) \tag{2.23}$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_8 \left(\frac{\partial f_8}{\partial x_4} \right) = \varepsilon_8 \mu_{B1}(x_2) \tag{2.24}$$

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_7 \left(\frac{\partial f_7}{\partial x_5} \right) = \varepsilon_7 \mu_{A1}(x_1) \tag{2.25}$$

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_8}{\partial x_6} \right) = \varepsilon_8 \mu_{A1}(x_1) \tag{2.26}$$

dikarenakan $f_7 = (\mu_{A1}(x_1))(\mu_{B1}(x_2))$, maka $\frac{\partial f_7}{\mu_{A1}(x_1)} = \mu_{B1}(x_2)$ dan

$\frac{\partial f_7}{\mu_{B1}(x_2)} = \mu_{A1}(x_1)$; dan $f_8 = (\mu_{A2}(x_1))(\mu_{B2}(x_2))$, maka

$\frac{\partial f_8}{\mu_{A2}(x_1)} = \mu_{B2}(x_2)$ dan $\frac{\partial f_8}{\mu_{B2}(x_2)} = \mu_{A2}(x_1)$

Langkah berikutnya, *error* tersebut dipakai untuk menemukan informasi eror pada

parameter a (a_{11} dan a_{12} untuk A_1 dan A_2 ; a_{21} dan a_{22} untuk B_1 dan B_2) dan c

(c_{11} dan c_{12} untuk A_1 dan A_2 ; c_{21} dan c_{22} untuk B_1 dan B_2) yaitu:

karena $\frac{\partial f}{\partial a_{ik}} = \frac{2(x_i - c_{ik})^2}{a_{ik}^3 \left(1 + \left(\frac{x_i - c_{ik}}{a_{ik}}\right)^2\right)^2}$, maka

$$\begin{aligned}\varepsilon_{a_{11}} &= \varepsilon_3 \left(\frac{\partial f_3}{\partial a_{11}} \right) + \varepsilon_4 \left(\frac{\partial f_4}{\partial a_{11}} \right) \\ &= \varepsilon_3 \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}}\right)^2\right)^2} + \varepsilon_4(0) \\ &= \varepsilon_3 \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}}\right)^2\right)^2}\end{aligned}\quad (2.27)$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{a_{12}} &= \varepsilon_3 \left(\frac{\partial f_3}{\partial a_{12}} \right) + \varepsilon_4 \left(\frac{\partial f_4}{\partial a_{12}} \right) \\ &= \varepsilon_3(0) + \varepsilon_4 \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{12}}{a_{12}}\right)^2\right)^2} \\ &= \varepsilon_4 \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{12}}{a_{12}}\right)^2\right)^2}\end{aligned}\quad (2.28)$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{a_{21}} &= \varepsilon_5 \left(\frac{\partial f_5}{\partial a_{21}} \right) + \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_6}{\partial a_{21}} \right) \\ &= \varepsilon_5 \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2} + \varepsilon_6(0) \\ &= \varepsilon_5 \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}}\right)^2\right)^2}\end{aligned}\quad (2.29)$$

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{a_{22}} &= \varepsilon_5 \left(\frac{\partial f_5}{\partial a_{22}} \right) + \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_6}{\partial a_{22}} \right) \\
&= \varepsilon_5(0) + \varepsilon_6 \frac{2(x_2 - c_{22})^2}{a_{22}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}} \right)^2 \right)^2} \\
&= \varepsilon_6 \frac{2(x_2 - c_{22})^2}{a_{22}^3 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}} \right)^2 \right)^2}
\end{aligned} \tag{2.30}$$

karena $\frac{\partial f}{\partial c_{ik}} = \frac{2(x_i - c_{ik})^2}{a_{ik}^2 \left(1 + \left(\frac{x_i - c_{ik}}{a_{ik}} \right)^2 \right)^2}$, maka

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{c_{11}} &= \varepsilon_3 \left(\frac{\partial f_3}{\partial c_{11}} \right) + \varepsilon_4 \left(\frac{\partial f_4}{\partial c_{11}} \right) \\
&= \varepsilon_3 \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^2 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}} \right)^2 \right)^2} + \varepsilon_4(0) \\
&= \varepsilon_3 \frac{2(x_1 - c_{11})^2}{a_{11}^2 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}} \right)^2 \right)^2}
\end{aligned} \tag{2.31}$$

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{c_{12}} &= \varepsilon_3 \left(\frac{\partial f_3}{\partial c_{12}} \right) + \varepsilon_4 \left(\frac{\partial f_4}{\partial c_{12}} \right) \\
&= \varepsilon_3(0) + \varepsilon_4 \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{12}}{a_{12}} \right)^2 \right)^2} \\
&= \varepsilon_4 \frac{2(x_1 - c_{12})^2}{a_{12}^3 \left(1 + \left(\frac{x_1 - c_{12}}{a_{12}} \right)^2 \right)^2}
\end{aligned} \tag{2.32}$$

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{c21} &= \varepsilon_5 \left(\frac{\partial f_5}{\partial c_{21}} \right) + \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_6}{\partial c_{21}} \right) \\
&= \varepsilon_5 \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}} \right)^2 \right)^2} + \varepsilon_6(0) \\
&= \varepsilon_5 \frac{2(x_2 - c_{21})^2}{a_{21}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{21}}{a_{21}} \right)^2 \right)^2}
\end{aligned} \tag{2.33}$$

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{c22} &= \varepsilon_5 \left(\frac{\partial f_5}{\partial c_{22}} \right) + \varepsilon_6 \left(\frac{\partial f_6}{\partial c_{22}} \right) \\
&= \varepsilon_5(0) + \varepsilon_6 \frac{2(x_2 - c_{22})^2}{a_{22}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}} \right)^2 \right)^2} \\
&= \varepsilon_6 \frac{2(x_2 - c_{22})^2}{a_{22}^2 \left(1 + \left(\frac{x_2 - c_{22}}{a_{22}} \right)^2 \right)^2}
\end{aligned} \tag{2.34}$$

Dari sini, didapatkan suatu perubahan nilai dari parameter a_{ik} dan c_{ik} (Δa_{ik} dan Δc_{ik}), berikut persamaannya:

$$\Delta a_{ik} = \eta \varepsilon a_{ik} x_i \tag{2.35}$$

$$\Delta c_{ik} = \eta \varepsilon c_{ik} x_i \tag{2.36}$$

dimana η merupakan laju pembelajaran yang berada di daerah $[0,1]$. sehingga didapatkan nilai baru dari a_{ik} dan c_{ik} yaitu:

$$a_{ik} = a_{ik}(\text{lama}) + \Delta a_{ik} \tag{2.37}$$

$$c_{ik} = c_{ik}(\text{lama}) + \Delta c_{ik} \tag{2.38}$$

keterangan:

ε = Nilai eror neuron pada setiap *layer*

E = Jumlah kuadrat eror

p = Data pelatihan

y = Target keluaran data *training*

y' = keluaran jaringan pada data *training*

f = Fungsi konstan atau linear variabel input

w = Nilai *firing strength*

\bar{w} = Nilai normalisasi *firing strength*

a = Parameter a pada fungsi keanggotaan gbell

c = Parameter c pada fungsi keanggotaan gbell

η = Laju pembelajaran

2.9. Confusion Matrix

Confusion Matrix merupakan suatu tabel yang mendeskripsikan klasifikasi jumlah data uji benar dan jumlah data uji salah, seperti pada tabel (2.1) (D. Putra and A. Wibowo, 2020).

Tabel 2.1 *Confusion Matrix*

		Kelas Prediksi	
		True	False
Kelas Sebenarnya	True	TP	FP
	False	FN	TN

Keterangan :

TP (*True Positif*) : Banyak data dari kelas RTLH yang terklasifikasi ke

dalam kelas RTLH.

TN (*True Negatif*): Banyak data dari kelas RLH yang terklasifikasi ke dalam kelas RLH.

FP (*False Positif*) : Banyak data dari kelas RTLH yang terklasifikasi ke dalam kelas RLH.

FN (*False Negative*): Banyak data dari kelas RLH yang terklasifikasi ke dalam kelas RTLH.

1. Akurasi merupakan perbandingan antara data yang terklasifikasi benar dengan keseluruhan dari jumlah data (B. P. Pratiwi, dkk., 2021).

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (2.39)$$

2. Presisi merupakan tingkat keakuratan dari jumlah data RTLH yang diklasifikasi dengan benar berdasar pada total data yang terklasifikasi RTLH.

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (2.40)$$

3. *Error* merupakan tingkat kesalahan identifikasi dalam sejumlah data.

$$Error = \frac{FP}{TP} \times 100\% \quad (2.41)$$

2.10. Rumah dalam Perspektif Islam

Rumah atau hunian merupakan suatu nikmat yang telah diberikan Allah SWT, dengan adanya rumah yang berfungsi sebagai suatu tempat untuk pulang seperti yang dijelaskan dalam surat *An-Nahl* ayat 80 yang berbunyi :

وَاللَّهُ جَعَلَ لَكُمْ مِنْ بُيُوتِكُمْ سَكَنًا وَجَعَلَ لَكُمْ مِنْ جُلُودِ الْأَنْعَامِ بُيُوتًا تَسْتَخِفُّونَهَا يَوْمَ
ظَعْنِكُمْ وَيَوْمَ إِقَامَتِكُمْ وَمِنْ أَصْوَابِهَا وَأَوْبَارِهَا وَأَشْعَارِهَا أَفَاتًا وَمَتَاعًا إِلَى حِينٍ ﴿٨٥﴾

Artinya :

”80. Allah menjadikan bagimu rumah sebagai tempat tinggal dan Dia menjadikan bagimu dari kulit binatang ternak (sebagai) rumah (kemah) yang kamu merasa ringan (membawa)-nya pada waktu kamu bepergian dan bermukim. (Dijadikan-Nya pula) dari bulu domba, bulu unta, dan bulu kambing peralatan rumah tangga serta kesenangan sampai waktu (tertentu).”

Berdasar pada ayat diatas Allah SWT telah memberikan nikmat dalam bentuk rumah yang nantinya bisa dijadikan sebagai hunian, selain itu juga bisa digunakan untuk menghias rumah dengan berbagai peralatan dan perhiasan beserta kesenangan sampai batas waktu tertentu. Pada dasarnya setiap insan mendambakan rumah yang nyaman dan layak sebagai tempat hunian, hal tersebut juga selaras dengan hadis hadis yang telah diinformasikan kepada Abu Nu’aim dan Qabishah, mereka menginformasikan bahwa,telah dikabarkan kepada Sufyan, dari Habib bin Abi Tsabit, dari Khumail, dari Nafi’ bin Abdul Harits, sesungguhnya Nabi Muhammad SAW bersabda (Al-Bukhari, 2018):

عَنْ نَافِعِ بْنِ الْحَارِثِ، عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: مَنْ سَعَادَةٌ
الْمَرْءِ الْمِسْكِينِ الْوَاسِعِ، وَالْجَارِ الصَّالِحِ، وَالْمَرْكَبِ الْهَيْئِءِ

Artinya :

”Diantara kebahagiaan seseorang adalah rumah yang luas, tetangga yang saleh, dan kendaraan yang tenang.”

Dari hadis di atas, pentingnya membuat rumah yang nyaman dan layak huni, luas rumah termasuk dalam salah satu dari kriteria rumah layak huni. Jika

seseorang mempunyai rumah layak huni, maka dapat membuat orang tersebut merasa nyaman dan ketika sudah nyaman akan meningkatkan rasa syukur kepada Allah SWT, sehingga bisa disebut *Baiti Jannati* yaitu ” Rumahku, Surgaku ” .

Rumah bukan hanya sekadar bangunan yang berfungsi sebagai hunian, tapi rumah bisa menjadi sarana dalam mendidik sehingga bisa mewujudkan insan yang beriman, dan beramal saleh yang berhiaskan keadaban (Hasibuan, 2021). Seperti yang diriwayatkan oleh Ibnu Umar radhiyallahu’anhuma, Rasulullah shallallahu ’alaihi wa sallam bersabda:

اجْعَلُوا فِي بُيُوتِكُمْ مِنْ صَلَاتِكُمْ، وَلَا تَتَّخِذُوهَا قُبُورًا

Artinya :

“Jadikanlah rumah kalian sebagai tempat salat kalian, jangan jadikan ia sebagai kuburan” (HR. Al Bukhari no. 432, 1187, Muslim no. 777).

Terdapat juga hadis lainnya, yang di riwayatkan oleh Abu Hurairah radhiyallahu ’anhu, bahwa Rasulullah shallallahu ’alaihi wa sallam bersabda:

لَا تَجْعَلُوا بُيُوتَكُمْ مَقَابِرَ إِنَّ الشَّيْطَانَ يَنْفِرُ مِنَ الْبَيْتِ الَّذِي تُقْرَأُ فِيهِ سُورَةُ الْبَقَرَةِ

Artinya :

“Janganlah jadikan rumah kalian seperti kuburan karena setan itu lari dari rumah yang di dalamnya dibacakan surat Al-Baqarah,” (HR. Muslim no. 1860).

Berdasar pada kedua hadis di atas, maka rumah perlu diisi dengan berbagai hal positif, seperti mendirikan salat dan membaca Alquran. Oleh karena itu rumah (lingkungan di dalamnya) bisa menjadi penentu sifat dan tingkah laku penghuninya, disebabkan rumah merupakan tempat pendidikan pertama.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

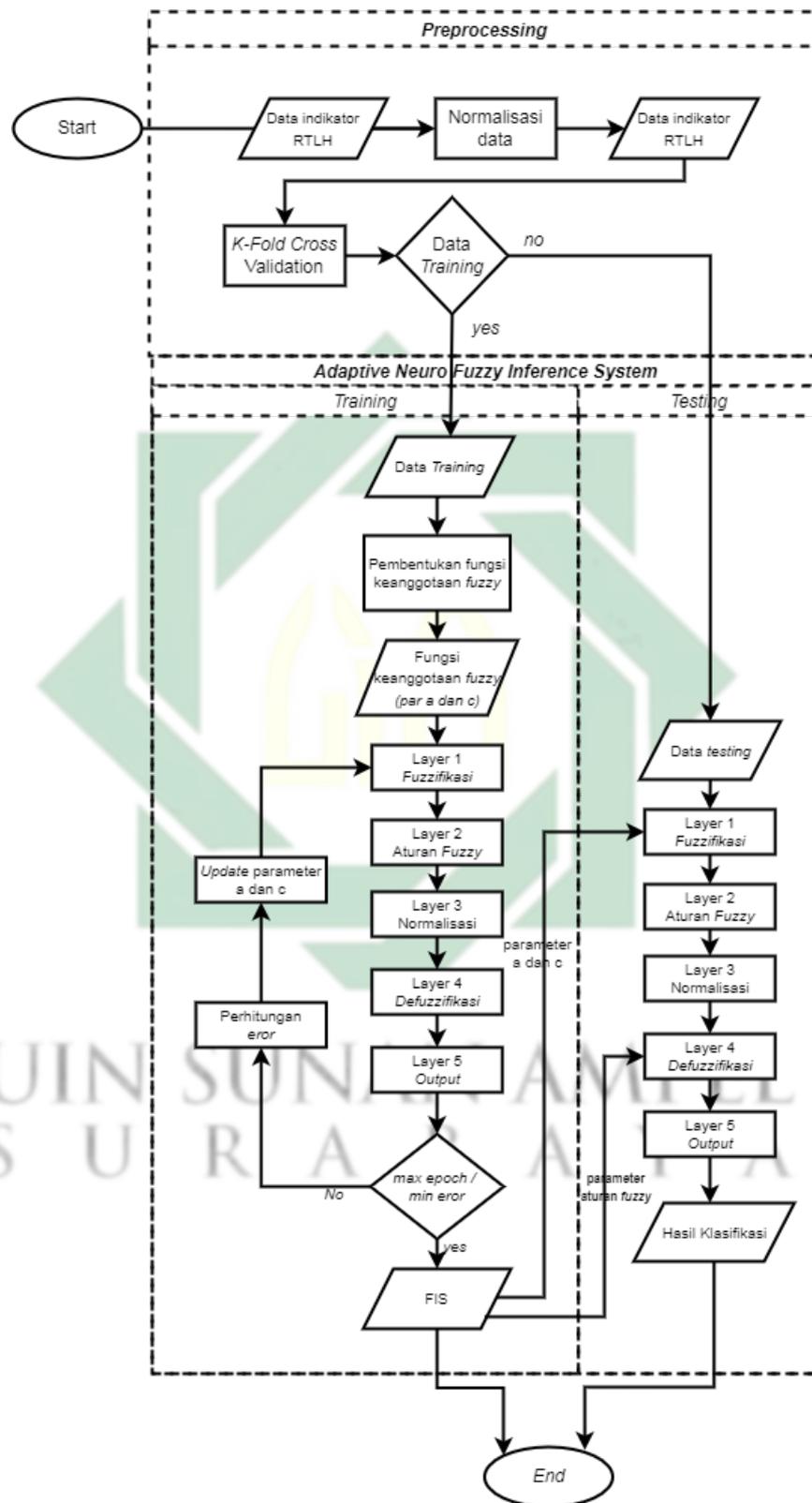
Penelitian ini bisa diklasifikasikan ke dalam bentuk penelitian kuantitatif. Data yang digunakan yaitu indikator rumah tidak layak huni yang akan ditransformasikan kedalam data numerik, sehingga nantinya akan dihitung menggunakan metode ANFIS dan terdapat analisis dari hasil penelitian.

3.2. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan merupakan indikator yang mempengaruhi rumah tidak layak huni yaitu luas lantai, jenis lantai, jenis dinding, jenis atap, sumber air minum, fasilitas BAB, dan sumber penerangan. Data tersebut didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Bojonegoro yang berupa Data Terpadu Kesejahteraan Sosial (DTKS) tahun 2020 berjumlah 500 data yang terdapat RTLH = 261 dan RLH = 239. Data tersebut berfokus pada rumah tangga yang berada di tingkat kemiskinan terendah (desil 1) dengan status kepemilikan rumah dan tanah milik sendiri.

3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian ini memiliki rangkaian proses yang harus dilewati, diantaranya *preprocessing*, *training data*, dan *testing data*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Klasifikasi ANFIS

sumber: (Ananda, 2018)

Berdasar pada gambar 3.1 maka didapatkan tahap-tahap penelitian sebagai berikut:

1. Mengubah data menjadi data numerik lalu dinormalisasikan dengan persamaan (2.1).
2. Membagi data *training* dan data *testing* menggunakan metode *K-fold cross validation* dengan uji coba nilai *k* sebesar 5 dan 10.
3. Menentukan fungsi keanggotaan *fuzzy* dengan menggunakan persamaan (2.6).
4. Ketika fungsi keanggotaan *fuzzy* terbentuk maka akan melewati tahap *forward* yaitu pada *layer* 1 sampai 5.
5. Pada *layer* 1 terjadi proses *fuzzifikasi* dengan persamaan (2.9) dan (2.10).
6. Pada *layer* 2 terjadi proses pembentukan bobot produk, dimana masing-masing dari keluaran simpul mengemukakan derajat pengaktifan tiap keluaran *fuzzy* (jumlah simpul yang terdapat pada lapisan 2 menyatakan banyaknya *rule* yang terbentuk) dengan menggunakan persamaan (2.11).
7. Pada *layer* 3 terjadi proses normalisasi yaitu *normalized firing string* (fungsi derajat pengaktifan yang ternormalisasi) menggunakan persamaan (2.12).
8. Pada *layer* 4 terjadi proses *defuzzifikasi* yang berdasar pada parameter *consequent* p_j , q_j , dan r_j menggunakan persamaan (2.13).
9. Pada lapisan ke 5 terjadi proses penghitungan sinyal *output* ANFIS dengan menjumlahkan secara keseluruhan sinyal yang telah masuk menggunakan persamaan (2.14).

10. Setelah melewati kelima lapisan ANFIS maka akan dicek, jika memenuhi target eror = 0,01 atau *epoch*=100 , maka akan mendapatkan suatu sistem inferensi *fuzzy* yang bisa digunakan pada tahap *fuzzifikasi* dan *defuzzifikasi* dalam proses *testing* atau bisa dikatakan selesai karena sudah mendapatkan suatu model sistem yang dapat digunakan untuk klasifikasi. jika belum memenuhi target eror maka sistem akan berulang untuk memperbaharui parameter *a* dan *c* dengan langkah-langkah seperti pada gambar (2.7).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Preprocessing*

Tahapan awal yang dilakukan adalah *preprocessing*, dimana pada tahap ini berfungsi untuk mentransformasikan data yang semula bersifat kualitatif menjadi data numerik dengan menginput nilai dari setiap kriteria RTLH yang berdasarkan pada DTKS tahun 2020. Semakin kecil nilai data, maka semakin besar peluang data tersebut termasuk RTLH. Data didapatkan dari Bappeda kabupaten Bojonegoro, untuk lebih jelasnya seperti di bawah ini:

1. Luas Lantai (LL)

Luas lantai didapatkan dari menghitung $\frac{\text{Luas bangunan}}{\text{jumlah penghuni}}$, berdasarkan kriteria RTLH dari BPS luas lantai per orang adalah $< 8m^2$

2. Jenis Lantai (JL)

Jenis lantai terdapat 10 spesifik, berdasarkan kriteria RTLH dari BPS jenis lantai berupa bambu/tanah/kayu dengan kualitas rendah. Di bawah ini merupakan spesifikasi jenis lantai beserta dengan nilainya,

(a) Marmer/granit	= 9
(b) Keramik	= 8
(c) Parket/vinil/permadani	= 7
(d) Ubin/tegel/teraso	= 6
(e) Kayu/papan kualitas tinggi	= 5
(f) Semen/bata merah	= 4
(g) Bambu	= 3
(h) Kayu/papan kualitas rendah	= 2
(i) Tanah	= 1
(j) Lainnya	= 0

3. Jenis Dinding (JD)

Jenis dinding terdapat 7 spesifik, berdasarkan kriteria RTLH dari BPS jenis dinding berupa rumbia atau bambu atau kayu dengan kualitas rendah. Di bawah ini merupakan spesifikasi jenis dinding beserta dengan nilainya,

(a) Tembok	= 6
(b) Plesteran anyaman bambu/kawat	= 5
(c) Kayu	= 4
(d) Anyaman bambu	= 3
(e) Batang kayu	= 2
(f) Bambu	= 1
(g) Lainnya	= 0

4. Kualitas Dinding (KD)

Kualitas dinding hanya dibedakan menjadi bagus = 1 dan jelek = 0.

5. Jenis Atap (JA)

Jenis atap terdapat 10 spesifik, berdasarkan kriteria RTLH dari BPS jenis atap

berupa rumbia atau bambu atau alang-alang atau genteng tanah liat dengan kualitas rendah. Di bawah ini merupakan spesifikasi jenis atap beserta dengan nilainya,

(a) Beton/genteng beton	= 9
(b) Genteng keramin	= 8
(c) Genteng metal	= 7
(d) Genteng tanah liat	= 6
(e) Asbes	= 5
(f) Seng	= 4
(g) Sirap	= 3
(h) Bambu	= 2
(i) Jerami/ijuk/daundaunan/rumbia	= 1
(j) Lainnya	= 0

6. Kualitas Atap (KA)

Kualitas atap hanya dibedakan menjadi bagus = 1 dan jelek = 0.

7. Sumber Air Minum (SAM)

Sumber air minum terdapat 12 spesifik, berdasarkan kriteria RTLH dari BPS sumber air minum berasal dari sumur atau mata air yang tak terlindung atau sungai atau air hujan. Di bawah ini merupakan spesifikasi sumber air minum beserta dengan nilainya,

(a) Air kemasan bermerk	=	11
(b) Air isi ulang	=	10
(c) Leding meteran	=	9
(d) Leding eceran	=	8
(e) Sumur bor/pompa	=	7
(f) Sumur terlindung	=	6
(g) Sumur tak terlindung	=	5
(h) Mata air terlindung	=	4
(i) Mata air tak terlindung	=	3
(j) Air sungai/danau/waduk	=	2
(k) Air hujan	=	1
(l) Lainnya	=	0

8. Sumber Penerangan (SP)

Sumber penerangan terdapat 6 spesifik, berdasarkan kriteria RTLH dari BPS sumber penerangan tidak menggunakan listrik. Di bawah ini merupakan spesifikasi sumber penerangan beserta dengan nilainya,

(a) listrik PLN	=	2
(b) listrik non PLN	=	1
(c) bukan listrik	=	0

9. Fasilitas BAB (FB)

Fasilitas BAB terdapat 4 spesifik, berdasarkan kriteria RTLH dari BPS fasilitas BAB tidak ada atau gabung dengan orang lain. Di bawah ini merupakan spesifikasi fasilitas BAB beserta dengan nilainya,

- (a) Sendiri = 3
 (b) Bersama = 2
 (c) Umum = 1
 (d) Tidak ada = 0

Berdasarkan penjelasan di atas maka didapatkan sebuah data numerik seperti pada tabel (4.1). Dimana untuk "kelas" pada tabel (4.1) menerangkan terkait RTLH = 1 dan RLH = 0

Tabel 4.1 Data RTLH

	JL	JD	KD	JA	KA	SAM	SP	FB	LL	Kelas
1	1	4	0	6	0	7	2	3	30	0
2	1	4	0	6	0	7	2	3	20	0
3	1	4	0	6	0	7	2	3	30	0
.
.
.
500	1	3	0	6	0	7	2	3	15	1

4.1.1. Normalisasi Data

Sebelum data RTLH digunakan sebagai bahan input klasifikasi dengan metode ANFIS perlu dilakukan proses normalisasi data dengan persamaan (2.1). Hal tersebut dilakukan karena rentang dari masing-masing variabel tidak sama, sehingga perlu dilakukan normalisasi agar semua data berada pada rentang [0 1]. Perhitungan normalisasi data RTLH dapat dilihat di bawah ini.

Data ke-1

$$JL = \frac{1 - 0}{9 - 0} = 0.11$$

$$JD = \frac{4 - 0}{6 - 0} = 0.67$$

$$KD = \frac{0 - 0}{1 - 0} = 0$$

$$JA = \frac{6 - 0}{9 - 0} = 0.67$$

$$KA = \frac{0 - 0}{1 - 0} = 0$$

$$SAM = \frac{7 - 0}{11 - 0} = 0.64$$

$$SP = \frac{2 - 0}{2 - 0} = 1$$

$$FB = \frac{3 - 0}{3 - 0} = 1$$

$$LL = \frac{30 - 1}{266 - 1} = 0.11$$

Untuk data selanjutnya dihitung seperti perhitungan di atas hingga data ke-500, sehingga didapatkan hasil seperti pada tabel (4.2).

Tabel 4.2 Data RTLH Ternormalisasi

	JL	JD	KD	JA	KA	SAM	SP	FB	LL	Kelas
1	0.11	0.67	0.00	0.67	0.00	0.64	1.00	1.00	0.31	0
2	0.11	0.67	0.00	0.67	0.00	0.64	1.00	1.00	0.20	0
3	0.11	0.67	0.00	0.67	0.00	0.64	1.00	1.00	0.31	0
.
.
.
500	0.11	0.50	0.00	0.67	0.00	0.64	1.00	1.00	0.15	1

Berdasarkan pada BPS kriteria RTLH mengacu pada jenis lantai, jenis dinding, jenis atap, sumber air minum, sumber penerangan, fasilitas BAB, dan luas lantai. Jika dilihat pada tabel (4.2) terdapat 9 kriteria, sehingga perlu pengerucutan, seperti pada jenis dinding (JD) yang saling berkaitan dengan kualitas dinding (KD) dan jenis atap (JA) yang saling berkaitan dengan kualitas atap (KA). Oleh sebab itu, didapatkan suatu persamaan untuk menghitung nilai jenis dinding dan jenis atap yaitu,

$$JD = \frac{JD + KD}{2}$$

$$JA = \frac{JA + KA}{2}$$

Dari persamaan di atas maka didapatkan data baru yang nantinya digunakan sebagai input untuk klasifikasi RTLH seperti pada tabel (4.3).

Tabel 4.3 Data Input RTLH

	JL	JD	JA	SAM	SP	FB	LL	Kelas
1	0.11	0.33	0.33	0.64	1.00	1.00	0.11	0
2	0.11	0.33	0.33	0.64	1.00	1.00	0.07	0
3	0.11	0.33	0.33	0.64	1.00	1.00	0.11	0
.
.
.
500	0.11	0.25	0.33	0.64	1.00	1.00	0.05	1

4.1.2. Pembagian Data

Pada tahap ini, data input RTLH yang terdapat pada tabel (4.3) selanjutnya akan digunakan sebagai bahan untuk klasifikasi dengan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). ANFIS terdiri dari 2 tahap, yaitu *training* dan *testing*. Oleh sebab itu data pada tabel (4.3) perlu dilakukan pembagian data *training* dan data *testing* menggunakan metode *Kfold Cross Validation*. Pada penelitian ini menggunakan uji coba nilai $k = 5$ dan $k = 10$, sehingga didapatkan hasil pembagian data dalam bentuk inputan berupa matriks $P \times Q$, dengan P merupakan jumlah data dan Q merupakan variabel input RTLH. Pada $k = 5$ didapatkan data *training* berjumlah 399 sampai dengan 401 dan data *testing* berjumlah 99 sampai dengan 101, sedangkan untuk $k = 10$ didapatkan data *training* berjumlah 450 dan data *testing* berjumlah 50. Untuk lebih jelasnya perbandingan jumlah pembagian data dapat dilihat pada tabel (4.4).

Tabel 4.4 Pembagian Jumlah Data

K-Fold	Data Training	Data Testing
5	401×7	99×7
	400×7	100×7
	399×7	101×7
	400×7	100×7
	400×7	100×7
10	450×7	50×7
	450×7	50×7
	450×7	50×7
	450×7	50×7
	450×7	50×7
	450×7	50×7
	450×7	50×7
	450×7	50×7
	450×7	50×7
	450×7	50×7

Setelah didapatkan hasil dari pembagian data, maka dapat diambil salah satu dari data *training* pada tabel (4.4) untuk dijadikan sebagai bahan dalam proses *training*. Untuk datanya dapat dilihat pada tabel (4.5)

Tabel 4.5 Data Training

	JL	JD	JA	SAM	SP	FB	LL	Kelas
1	0.11	0.33	0.33	0.64	0.40	1.00	0.11	0
2	0.11	0.33	0.33	0.64	0.40	1.00	0.07	0
3	0.11	0.33	0.33	0.64	0.40	1.00	0.11	0
.
.
.
400	0.11	0.25	0.33	0.55	0.40	1.00	0.03	1

4.2. Proses Training

Proses *training* merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mendapatkan model terbaik sehingga bisa digunakan dalam proses *testing*. Proses training dimulai dari menginputkan nilai parameter yang akan digunakan, kemudian dihitung menggunakan persamaan (2.6) sampai dengan persamaan (2.38).

4.2.1. Pembentukan Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Pada tahapan ini akan membentuk fungsi keanggotaan *fuzzy* dari 11 kriteria yang menjadi nilai input yang telah dinormalisasi. Variabel input mempunyai himpunan *fuzzy* yaitu rendah dan tinggi. Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan adalah kurva lonceng (*gbellmf*) pada persamaan (2.26, dikarenakan fungsi keanggotaan kurva lonceng yang fleksibel dan kemampuan untuk mengklasifikasikan nilai dalam data set berupa nilai bukan nol (Yuliandany dan Awwaluddin, 2019). Fungsi keanggotaan yang akan dibentuk berdasarkan data

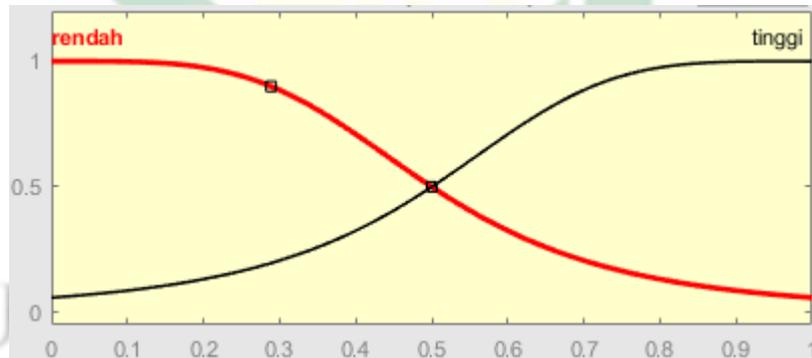
training pada tabel (4.3) yaitu sebagai berikut:

1. JL

Fungsi keanggotaan JL dapat dilihat pada gambar (4.1) yang terdiri dari fungsi keanggotaan rendah (JL_1) dan tinggi (JL_2). Lebar fungsi keanggotaan rendah adalah 0,5, pusat fungsi keanggotaan rendah adalah 0 dan lebar fungsi keanggotaan tinggi adalah 0,5, pusat keanggotaan tinggi adalah 1. Untuk masing-masing nilai biasanya adalah 2. Jika data berada pada rentang $[0, 0,5]$ maka termasuk fungsi keanggotaan rendah dan jika data berada pada rentang $[0,5, 1]$ maka termasuk fungsi keanggotaan tinggi.

$$JL_1 = [x; 0,5 \ 2 \ 0]$$

$$JL_2 = [x; 0,5 \ 2 \ 1]$$



Gambar 4.1 Fungsi keanggotaan JL

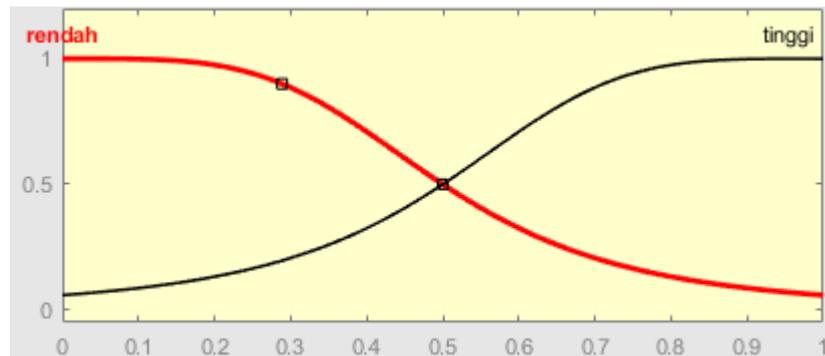
2. JD

Fungsi keanggotaan JD dapat dilihat pada gambar (4.2) yang terdiri dari fungsi keanggotaan rendah (JD_1) dan tinggi (JD_2). Lebar fungsi keanggotaan rendah adalah 0,5, pusat fungsi keanggotaan rendah adalah 0 dan lebar fungsi keanggotaan tinggi adalah 0,5, pusat keanggotaan tinggi adalah 1. Untuk masing-masing nilai biasanya adalah 2. Jika data berada pada

rentang $[0, 0,5]$ maka termasuk fungsi keanggotaan rendah dan jika data berada pada rentang $[0,5, 1]$ maka termasuk fungsi keanggotaan tinggi.

$$JD_1 = [x; 0,5 \ 2 \ 0]$$

$$JD_2 = (x; 0,5 \ 2 \ 1]$$



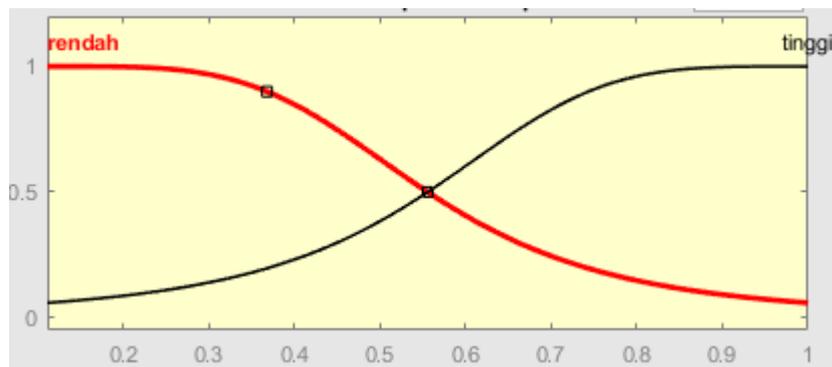
Gambar 4.2 Fungsi keanggotaan JD

3. JA

Fungsi keanggotaan JA dapat dilihat pada gambar (4.3) yang terdiri dari fungsi keanggotaan rendah (JA_1) dan tinggi (JA_2). Lebar fungsi keanggotaan rendah adalah 0,4, pusat fungsi keanggotaan rendah adalah 0,1 dan lebar fungsi keanggotaan tinggi adalah 0,4, pusat keanggotaan tinggi adalah 1. Untuk masing-masing nilai biasanya adalah 2. Jika data berada pada rentang $[0,1, 0,5]$ maka termasuk fungsi keanggotaan rendah dan jika data berada pada rentang $[0,5, 1]$ maka termasuk fungsi keanggotaan tinggi.

$$JA_1 = [x; 0,4 \ 2 \ 0,1]$$

$$JA_2 = [x; 0,4 \ 2 \ 1]$$



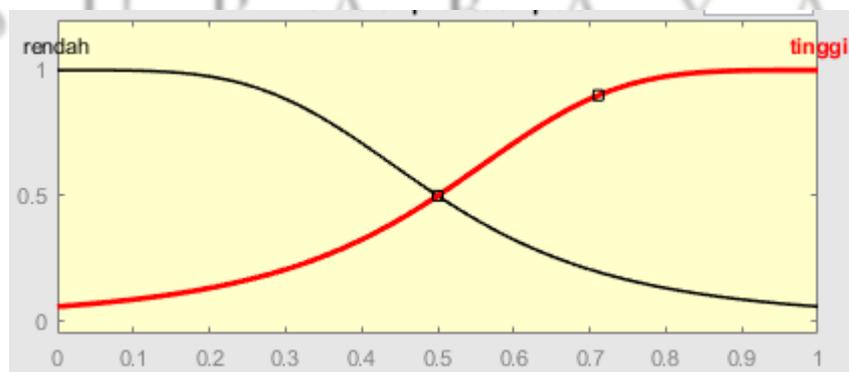
Gambar 4.3 Fungsi keanggotaan JA

4. SAM

Fungsi keanggotaan SAM dapat dilihat pada gambar (4.4) yang terdiri dari fungsi keanggotaan rendah (SAM_1) dan tinggi (SAM_2). Lebar fungsi keanggotaan rendah adalah 0,5, pusat fungsi keanggotaan rendah adalah 0 dan lebar fungsi keanggotaan tinggi adalah 0,5, pusat keanggotaan tinggi adalah 1. Untuk masing-masing nilai biasanya adalah 2. Jika data berada pada rentang $[0, 0,5]$ maka termasuk fungsi keanggotaan rendah dan jika data berada pada rentang $[0,5, 1]$ maka termasuk fungsi keanggotaan tinggi.

$$SAM_1 = [x; 0,5 \ 2 \ 0]$$

$$SAM_2 = [x; 0,5 \ 2 \ 1]$$



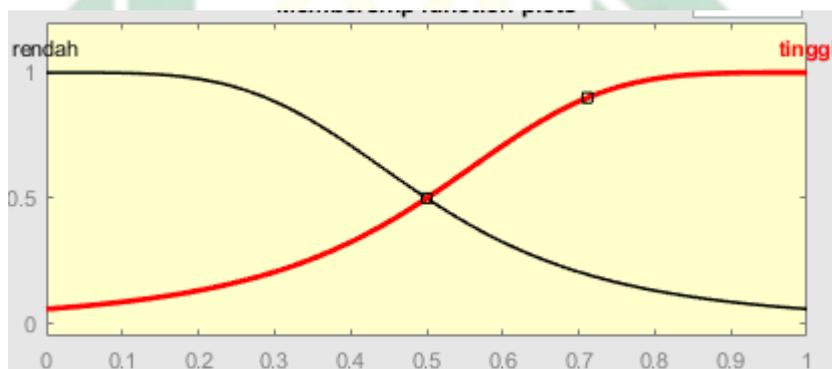
Gambar 4.4 Fungsi keanggotaan SAM

5. SP

Fungsi keanggotaan SP dapat dilihat pada gambar (4.5) yang terdiri dari fungsi keanggotaan rendah (SP_1) dan tinggi (SP_2). Lebar fungsi keanggotaan rendah adalah 0,2, pusat fungsi keanggotaan rendah adalah 0 dan lebar fungsi keanggotaan tinggi adalah 0,2, pusat keanggotaan tinggi adalah 0,4. Untuk masing-masing nilai biasanya adalah 2. Jika data berada pada rentang $[0, 0,2]$ maka termasuk fungsi keanggotaan rendah dan jika data berada pada rentang $[0,2, 0,4]$ maka termasuk fungsi keanggotaan tinggi.

$$SP_1 = [x; 0,5 \ 2 \ 0]$$

$$SP_2 = [x; 0,5 \ 2 \ 0,1]$$



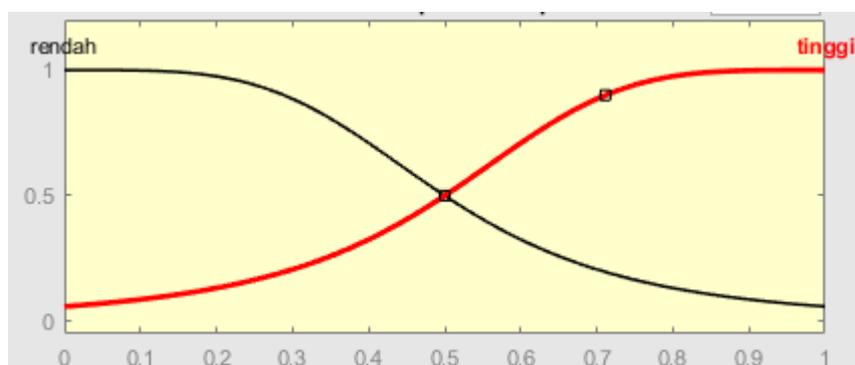
Gambar 4.5 Fungsi keanggotaan SP

6. FB

Fungsi keanggotaan FB dapat dilihat pada gambar (4.6) yang terdiri dari fungsi keanggotaan rendah (FB_1) dan tinggi (FB_2). Lebar fungsi keanggotaan rendah adalah 0,5, pusat fungsi keanggotaan rendah adalah 0 dan lebar fungsi keanggotaan tinggi adalah 0,5, pusat keanggotaan tinggi adalah 1. Untuk masing-masing nilai biasanya adalah 2. Jika data berada pada rentang $[0, 0,5]$ maka termasuk fungsi keanggotaan rendah dan jika data berada pada rentang $[0,5, 1]$ maka termasuk fungsi keanggotaan tinggi.

$$FB_1 = [x; 0,5 \ 2 \ 0]$$

$$FB_2 = [x; 0,5 \ 2 \ 1]$$



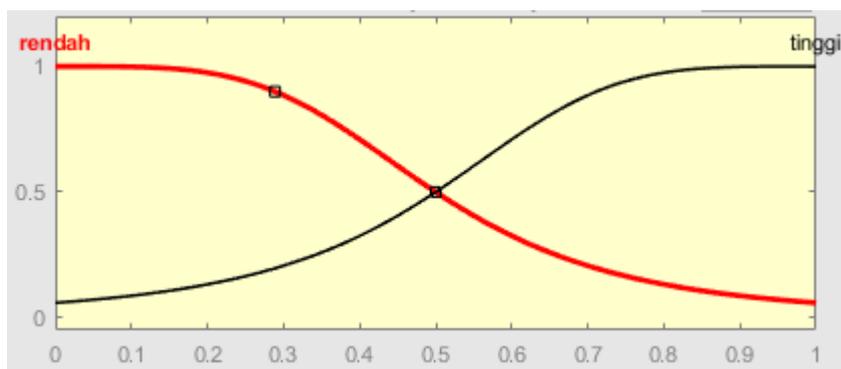
Gambar 4.6 Fungsi keanggotaan FB

7. LL

Fungsi keanggotaan LL dapat dilihat pada gambar (4.7) yang terdiri dari fungsi keanggotaan rendah (LL_1) dan tinggi (LL_2). Lebar fungsi keanggotaan rendah adalah 0,5, pusat fungsi keanggotaan rendah adalah 0 dan lebar fungsi keanggotaan tinggi adalah 0,5, pusat keanggotaan tinggi adalah 1. Untuk masing-masing nilai biasanya adalah 2. Jika data berada pada rentang $[0 \ 0,5]$ maka termasuk fungsi keanggotaan rendah dan jika data berada pada rentang $[0,5 \ 1]$ maka termasuk fungsi keanggotaan tinggi.

$$LL_1 = [x; 0,5 \ 2 \ 0]$$

$$LL_2 = [x; 0,5 \ 2 \ 1]$$



Gambar 4.7 Fungsi keanggotaan LL

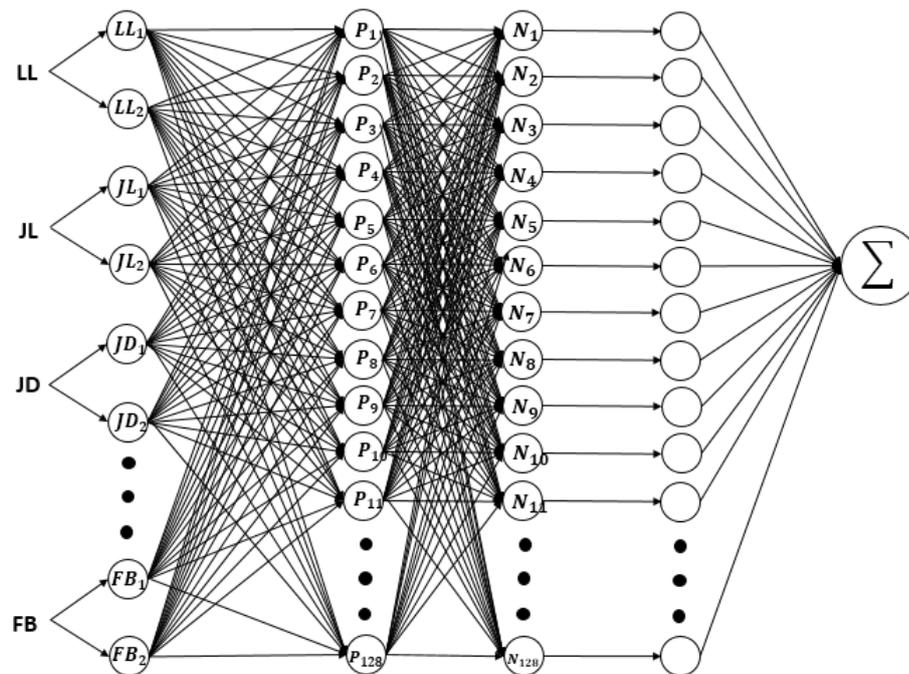
Berdasarkan nilai dari fungsi keanggotaan di atas maka didapatkan nilai awal parameter a , b , dan c yang akan digunakan dalam proses perhitungan ANFIS. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel (4.6).

Tabel 4.6 Nilai Awal Parameter

	a	b	c		a	b	c
1	0,5	2	0	8	0,4	2	1
2	0,5	2	1	9	0,5	2	0
3	0,5	2	0	10	0,5	2	1
4	0,5	2	1	11	0,5	2	0
5	0,5	2	0	12	0,5	2	1
6	0,5	2	1	13	0,5	2	0
7	0,4	2	0,1	14	0,5	2	1

Pada tahap sebelumnya telah didapatkan data *training* pada tabel (4.5) dan fungsi keanggotaan dari 7 variabel input telah terbentuk. Dari 7 variabel tersebut masing-masing mempunyai 2 himpunan *fuzzy*, sehingga ada 14 *neuron* pada *layer* 1, 128 *neuron* pada *layer* 2, 128 *neuron* pada *layer* 3, 128 *neuron* pada *layer* 4, dan 1 *neuron output* yang terdapat pada *layer* 5. *Neuron* pada *layer* 2, 3, dan 4

didapatkan dari rumus n^i , dimana n merupakan himpunan *fuzzy* dan i merupakan jumlah variabel input yaitu 7, jadi $n^i = 2^7 = 1288$ neuron. Struktur ANFIS yang terbentuk dapat dilihat pada gambar (4.8).



Gambar 4.8 Struktur Jaringan ANFIS

4.2.2. Tahap Maju (*Forward*)

Pada tahap maju akan dilakukan proses perhitungan dari *layer* 1 sampai dengan *layer* 5. Berikut proses perhitungannya:

1. *Layer* 1

Pada *layer* 1 terjadi proses *fuzzification* yaitu proses pemetaan variabel input ke dalam himpunan *fuzzy*, dimana pada kasus ini menggunakan fungsi

keanggotaan *gbellmf* pada persamaan (2.2).

$$\mu_{JL_1} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.11 - 0}{0.5} \right)^2 \right|^2} \quad \mu_{JL_2} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.11 - 1}{0.5} \right)^2 \right|^2}$$

$$\mu_{JD_1} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.33 - 0}{0.5} \right)^2 \right|^2} \quad \mu_{JD_2} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.33 - 1}{0.5} \right)^2 \right|^2}$$

$$\mu_{JA_1} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.33 - 0.1}{0.4} \right)^2 \right|^2} \quad \mu_{JA_2} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.33 - 1}{0.4} \right)^2 \right|^2}$$

$$\mu_{SAM_1} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.64 - 0}{0.5} \right)^2 \right|^2} \quad \mu_{SAM_2} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.64 - 1}{0.5} \right)^2 \right|^2}$$

$$\mu_{SP_1} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{1 - 0}{0.5} \right)^2 \right|^2} \quad \mu_{SP_2} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{1 - 1}{0.5} \right)^2 \right|^2}$$

$$\mu_{FB_1} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{1 - 0}{0.5} \right)^2 \right|^2} \quad \mu_{FB_2} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{1 - 1}{0.5} \right)^2 \right|^2}$$

$$\mu_{LL_1} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.11 - 0}{0.5} \right)^2 \right|^2} \quad \mu_{LL_2} = \frac{1}{1 + \left| \left(\frac{0.11 - 1}{0.5} \right)^2 \right|^2}$$

Berdasarkan pada perhitungan di atas, maka didapatkan *output layer 1* pada tabel (4.7)

Tabel 4.7 Output Layer 1

	1	2	3	...	400
JL_1	0.998	0.998	0.998	...	0.998
JL_2	0.091	0.091	0.091	...	0.091
JD_1	0.835	0.835	0.941	...	0.941
JD_2	0.240	0.240	0.165	...	0.165
JA_1	0.896	0.896	0.896	...	0.896
JA_2	0.115	0.115	0.115	...	0.115
SAM_1	0.276	0.276	0.276	...	0.276
SAM_2	0.781	0.781	0.781	...	0.781
SP_1	0.002	0.002	0.002	...	0.002
SP_2	0.012	0.012	0.012	...	0.012
FB_1	0.059	0.059	0.240	...	0.059
FB_2	1	1	0.835	...	1
LL_1	0.998	1	0.998	...	1
LL_2	0.090	0.078	0.090	...	0.072

2. Layer 2

Pada *layer 2* terjadi proses perkalian derajat keanggotaan dari *output layer 1*

dengan menggunakan operator *fuzzy* AND seperti persamaan (2.7).

$$W_1 = \mu_{JL_1} \cdot \mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP_1} \cdot \mu_{FB_1} \cdot \mu_{LL_1} = 7.11E - 04$$

$$W_2 = \mu_{JL_1} \cdot \mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP_1} \cdot \mu_{FB_1} \cdot \mu_{LL_2} = 6.44E - 05$$

$$W_3 = \mu_{JL_1} \cdot \mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP_1} \cdot \mu_{FB_2} \cdot \mu_{LL_1} = 1.21E - 02$$

...

$$W_{128} = \mu_{JL_2} \cdot \mu_{JD_2} \cdot \mu_{JA_2} \cdot \mu_{SAM_2} \cdot \mu_{SP_2} \cdot \mu_{FB_2} \cdot \mu_{LL_2} = 1.77E - 04$$

Berdasarkan pada perhitungan di atas maka didapatkan hasil seperti pada tabel (4.8).

Tabel 4.8 Output Layer 2

	W_1	W_2	W_3	...	W_{128}
1	7.11E-04	6.44E-05	1.21E-02	...	1.77E-04
2	7.13E-04	5.53E-05	1.21E-02	...	1.52E-04
3	3.28E-03	2.96E-04	1.14E-02	...	1.01E-04
.
.
.
400	8.03E-04	5.79E-05	1.37E-02	...	9.69E-05

3. Layer 3

Pada *layer* 3, masing-masing neuron merupakan simpul nonadaptif, sehingga pada *layer* ini mempunyai *output* yang disebut *normalized firing strength*. Perhitungan pada *layer* ini dapat dihitung dengan persamaan (2.12).

$$\bar{W}_1 = \frac{W_1}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_{128}} = 5.19E - 04$$

$$\bar{W}_2 = \frac{W_2}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_{128}} = 3.83E - 05$$

$$\bar{W}_3 = \frac{W_3}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_{128}} = 8.83E - 03$$

...

$$\bar{W}_{128} = \frac{W_{128}}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_{128}} = 3.14E - 05$$

Berdasarkan pada perhitungan di atas maka didapatkan hasil seperti pada tabel (4.9).

Tabel 4.9 Output Layer 3

	\bar{W}_1	\bar{W}_2	\bar{W}_3	...	\bar{W}_{128}
1	4.66E-04	4.22E-05	7.92E-03	...	1.16E-04
2	4.72E-04	3.66E-05	8.02E-03	...	1.01E-04
3	2.05E-03	1.86E-04	7.14E-03	...	6.36E-05
.
.
.
400	5.19E-04	3.83E-05	8.83E-03	...	3.14E-05

4. Layer 4

Pada *layer* ini terjadi proses *defuzzifikasi*, yaitu menghitung keluaran aturan berdasarkan parameter konsekuen menggunakan persamaan (2.13).

$$\bar{W}_1 f_1 = 4.66E - 04 \cdot 1.42E + 00 = 6.61E - 04$$

$$\bar{W}_2 f_2 = 4.22E - 05 \cdot -3.46E - 01 = -1.46E - 05$$

$$\bar{W}_3 f_3 = 7.92E - 03 \cdot 4.48E - 01 = 3.55E - 03$$

...

$$\bar{W}_{128} f_{128} = 1.16E - 04 \cdot -6.60E - 01 = -7.65E - 05$$

Berdasarkan pada perhitungan di atas maka didapatkan hasil seperti pada tabel (4.10).

Tabel 4.10 Output Layer 4

	$\bar{W}_1 f_1$	$\bar{W}_2 f_2$	$\bar{W}_3 f_3$...	$\bar{W}_{128} f_{128}$
1	6.61E-04	-1.46E-05	3.55E-03	...	-7.65E-05
2	6.69E-04	-1.27E-05	3.59E-03	...	-6.64E-05
3	2.91E-03	-6.43E-05	3.19E-03	...	-4.20E-05
.
.
.
400	7.37E-04	-1.30E-05	3.95E-03	...	-4.13E-05

5. Layer 5

Pada *layer* ini, semua sinyal yang masuk akan dihitung menggunakan persamaan (2.14).

$$\begin{aligned}
 \sum_{j=1}^{128} \bar{w}_j f_j &= \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2 + \bar{w}_3 f_3 + \dots + \bar{w}_{128} f_{128} \\
 &= 6.61E - 04 + (-1.46E - 05) + 3.55E - 03 \\
 &\quad + \dots + (-7.65E - 05) \\
 &= 0.7421
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada perhitungan di atas maka didapatkan hasil seperti pada tabel (4.11).

Tabel 4.11 *Output Layer 5*

Data ke-	<i>Output Layer 5</i>
1	0.7421
2	0.7450
3	0.2354
.	.
.	.
.	.
400	0.7070

4.2.3. Tahap Mundur (*Backward*)

Pada tahap mundur akan dilakukan proses perhitungan nilai *error* pada setiap lapisan dan memperbaharui nilai parameter *a* dan *c* pada fungsi keanggotaan yang telah didapat dari tahap maju. Berikut proses perhitungannya:

1. *Error Layer 5*

Perhitungan nilai eror pada *layer 5* menggunakan persamaan (2.16).

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{13} &= -2(y_p - y'_p) \\
 &= -2(1 - 0.7421) \\
 &= -0.51579584
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan hasil eror seperti pada tabel (4.12).

Tabel 4.12 *Error Layer 5*

Data ke-	Output Layer 5
1	-0.5158
2	-0.50996
3	-1.52918
.	.
.	.
.	.
400	-0.58597

2. *Error Layer 4*

Perhitungan nilai eror pada *layer 4* tidak terjadi perubahan nilai eror, karena pada *layer* ini simpulnya bersifat adaptif seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.17). Untuk nilai *error* pada *layer 4* dapat dilihat pada tabel (4.13)

Tabel 4.13 *Error Layer 4*

	Data ke-				
	1	2	3	...	400
$\varepsilon_{4,1}$	-0.5158	-0.50996	-1.52918	...	-0.58597
$\varepsilon_{4,2}$	-0.5158	-0.50996	-1.52918	...	-0.58597
$\varepsilon_{4,3}$	-0.5158	-0.50996	-1.52918	...	-0.58597
.
.
.
$\varepsilon_{4,128}$	-0.5158	-0.50996	-1.52918	...	-0.58597

3. Error Layer 3

Perhitungan nilai eror pada *layer 3* menggunakan persamaan (2.19).

$$\varepsilon_{3,1} = \varepsilon_{4,1} \cdot f_1 = -0.73166$$

$$\varepsilon_{3,2} = \varepsilon_{4,2} \cdot f_2 = 0.17854$$

$$\varepsilon_{3,3} = \varepsilon_{4,3} \cdot f_3 = -0.23090$$

...

$$\varepsilon_{3,128} = \varepsilon_{4,128} \cdot f_{128} = -0.28089$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan hasil eror seperti pada tabel (4.14).

Tabel 4.14 Error Layer 3

	Data ke-				
	1	2	3	...	400
$\varepsilon_{3,1}$	-0.73166	-0.72338	-2.16915	...	-0.83121
$\varepsilon_{3,2}$	0.17854	0.17652	0.52933	...	0.20284
$\varepsilon_{3,3}$	-0.23090	-0.22828	-0.68454	...	-0.26231
.
.
.
$\varepsilon_{3,128}$	-0.28089	-0.27771	-0.83274	...	-0.31910

4. Error Layer 2

Perhitungan nilai eror pada *layer 2* menggunakan persamaan (2.21).

$$\begin{aligned}\varepsilon_{2,1} &= \left(\frac{W_{total} - W_1}{W_{total}^2} \right) \cdot (\varepsilon_{3,1} - \varepsilon_{3,2} - \varepsilon_{3,3} - \dots - \varepsilon_{3,128}) = 12.00494 \\ \varepsilon_{2,2} &= \left(\frac{W_{total} - W_2}{W_{total}^2} \right) \cdot (\varepsilon_{3,1} - \varepsilon_{3,2} - \varepsilon_{3,3} - \dots - \varepsilon_{3,128}) = 12.01004 \\ \varepsilon_{2,3} &= \left(\frac{W_{total} - W_3}{W_{total}^2} \right) \cdot (\varepsilon_{3,1} - \varepsilon_{3,2} - \varepsilon_{3,3} - \dots - \varepsilon_{3,128}) = 11.91540 \\ &\dots \\ \varepsilon_{2,128} &= \left(\frac{W_{total} - W_{128}}{W_{total}^2} \right) \cdot (\varepsilon_{3,1} - \varepsilon_{3,2} - \varepsilon_{3,3} - \dots - \varepsilon_{3,128}) = 12.00915\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan hasil eror seperti pada tabel (4.15).

Tabel 4.15 Error Layer 2

	Data ke-				
	1	2	3	...	400
$\varepsilon_{2,1}$	12.00495	11.98864	34.01499	...	13.45821
$\varepsilon_{2,2}$	12.01004	11.99386	34.07867	...	13.4647
$\varepsilon_{2,3}$	11.9154	11.89815	33.84175	...	13.34631
.
.
.
$\varepsilon_{2,128}$	12.00915	11.99309	34.08284	...	13.46436

5. Error Layer 1

Perhitungan nilai eror pada *layer* 1 menggunakan persamaan (2.23).

$$\begin{aligned}\varepsilon_{1,1} &= \varepsilon_{2,1}(\mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP1} \cdot \mu_{FB_1} \cdot \mu_{LL1}) \\ &+ \varepsilon_{2,2}(\mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP1} \cdot \mu_{FB_1} \cdot \mu_{LL2}) \\ &+ \dots + \varepsilon_{2,64}(\mu_{JD_2} \cdot \mu_{JA_2} \cdot \mu_{SAM_2} \cdot \mu_{SP2} \cdot \mu_{FB_2} \cdot \mu_{LL2}) \\ &= 1.578826346\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{1,2} &= \varepsilon_{2,65}(\mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP1} \cdot \mu_{FB_1} \cdot \mu_{LL1}) \\ &+ \varepsilon_{2,66}(\mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP1} \cdot \mu_{FB_1} \cdot \mu_{LL2}) \\ &+ \dots + \varepsilon_{2,128}(\mu_{JD_2} \cdot \mu_{JA_2} \cdot \mu_{SAM_2} \cdot \mu_{SP2} \cdot \mu_{FB_2} \cdot \mu_{LL2}) \\ &= 1.576698724\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{1,3} &= \varepsilon_{2,1}(\mu_{JL_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP1} \cdot \mu_{FB_1} \cdot \mu_{LL1}) \\ &+ \varepsilon_{2,2}(\mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP1} \cdot \mu_{FB_1} \cdot \mu_{LL2}) \\ &+ \dots + \varepsilon_{2,64}(\mu_{JL_2} \cdot \mu_{JA_2} \cdot \mu_{SAM_2} \cdot \mu_{SP2} \cdot \mu_{FB_2} \cdot \mu_{LL2}) \\ &= 0.723232635\end{aligned}$$

...

$$\begin{aligned}\varepsilon_{1,14} &= \varepsilon_{2,1}(\mu_{JL_1} \cdot \mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP1} \cdot \mu_{FB_1}) \\ &+ \varepsilon_{2,2}(\mu_{JL_1} \cdot \mu_{JD_1} \cdot \mu_{JA_1} \cdot \mu_{SAM_1} \cdot \mu_{SP1} \cdot \mu_{FB_2}) \\ &+ \dots + \varepsilon_{2,128}(\mu_{JL_1} \cdot \mu_{JD_2} \cdot \mu_{JA_2} \cdot \mu_{SAM_2} \cdot \mu_{SP2} \cdot \mu_{FB_2}) \\ &= 1.734985758\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan hasil eror seperti pada tabel (4.16).

Tabel 4.16 *Error Layer 1*

	Data ke-				
	1	2	3	...	400
$\varepsilon_{1,1}$	1.578826	1.376591	2.825616	...	1.069073
$\varepsilon_{1,2}$	1.576699	1.378451	0.994228	...	2.706933
$\varepsilon_{1,3}$	0.723233	0.646625	1.817003	...	0.688573
.
.
.
$\varepsilon_{1,14}$	1.734986	1.595849	4.725393	...	1.482286

6. *Error* Paramter a dan c

Perhitungan nilai eror pada parameter a menggunakan persamaan (2.27).

$$\varepsilon_{a_1} = (\varepsilon_{1,1}) \frac{2(JL - c_1)^2}{a_1^3 \left(1 + \left(\frac{JL - c_1}{a_1}\right)^2\right)}$$

$$= 0.28320539$$

$$\varepsilon_{a_2} = (\varepsilon_{1,2}) \frac{2(x_J L - c_2)^2}{a_2^3 \left(1 + \left(\frac{JL - c_2}{a_2}\right)^2\right)}$$

$$= 1.151526376$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{a_3} &= (\varepsilon_{1,3}) \frac{2(JD - c_3)^2}{a_3^3 \left(1 + \left(\frac{JD - c_3}{a_3}\right)^2\right)} \\ &= 0.616245559\end{aligned}$$

...

$$\begin{aligned}\varepsilon_{a_{14}} &= (\varepsilon_{1,14}) \frac{2(LL - c_{14})^2}{a_{14}^3 \left(1 + \left(\frac{LL - c_{14}}{a_{14}}\right)^2\right)} \\ &= 1.264242157\end{aligned}$$

Perhitungan nilai eror pada parameter c menggunakan persamaan (2.31).

$$\begin{aligned}\varepsilon_{c_1} &= (\varepsilon_{1,1}) \frac{2(JL - c_1)^2}{a_1^2 \left(1 + \left(\frac{JL - c_1}{a_1}\right)^2\right)} \\ &= 0.141602695\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{c_2} &= (\varepsilon_{1,2}) \frac{2(JL - c_2)^2}{a_2^2 \left(1 + \left(\frac{JL - c_2}{a_2}\right)^2\right)} \\ &= 0.575763188\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{c_3} &= (\varepsilon_{1,3}) \frac{2(JD - c_3)^2}{a_3^2 \left(1 + \left(\frac{JD - c_3}{a_3}\right)^2\right)} \\ &= 0.308122779\end{aligned}$$

...

$$\begin{aligned}\varepsilon_{c_{14}} &= (\varepsilon_{1,14}) \frac{2(LL - c_{14})^2}{a_{14}^2 \left(1 + \left(\frac{LL - c_{14}}{a_{14}}\right)^2\right)} \\ &= 0.632121079\end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai eror dari parameter a dan c , langkah selanjutnya adalah menentukan perubahan nilai parameter a dan c . Perubahan nilai parameter a dihitung dengan menggunakan persamaan (2.35).

$$\begin{aligned}\Delta_{a_1} &= \eta \varepsilon_{a_1} J L &= 0.01 \cdot 0.283 \cdot 0.11 &= 0.000314673 \\ \Delta_{a_2} &= \eta \varepsilon_{a_2} J L &= 0.01 \cdot 1.152 \cdot 0.11 &= 0.001279474 \\ \Delta_{a_3} &= \eta \varepsilon_{a_3} J D &= 0.01 \cdot 0.616 \cdot 0.33 &= 0.002054152 \\ &\dots && \\ \Delta_{a_{14}} &= \eta \varepsilon_{a_{14}} L L &= 0.01 \cdot 1.264 \cdot 0.11 &= 0.001380038\end{aligned}$$

Perubahan nilai parameter a dihitung dengan menggunakan persamaan (2.36).

$$\begin{aligned}\Delta_{c_1} &= \eta \varepsilon_{c_1} J L &= 0.01 \cdot 0.142 \cdot 0.11 &= 0.000157336 \\ \Delta_{c_2} &= \eta \varepsilon_{c_2} J L &= 0.01 \cdot 0.576 \cdot 0.11 &= 0.000639737 \\ \Delta_{c_3} &= \eta \varepsilon_{c_3} J D &= 0.01 \cdot 0.308 \cdot 0.33 &= 0.001027076 \\ &\dots && \\ \Delta_{c_{14}} &= \eta \varepsilon_{c_{14}} L L &= 0.01 \cdot 0.632 \cdot 0.11 &= 0.000690019\end{aligned}$$

Jika nilai Δ_a dan Δ_c sudah didapatkan, maka bisa ditentukan nilai parameter

baru a dan c dengan menggunakan persamaan (2.37) dan persamaan (2.38).

$$a_1 = a_1(\text{awal}) + \Delta_{a_1} = 0.5 + 0.000314673 = 0.500314673$$

$$a_2 = a_2(\text{awal}) + \Delta_{a_2} = 0.5 + 0.001279474 = 0.501279474$$

$$a_3 = a_3(\text{awal}) + \Delta_{a_3} = 0.5 + 0.002054152 = 0.5020541523$$

...

$$a_{14} = a_{14}(\text{awal}) + \Delta_{a_{14}} = 0.5 + 0.001380038 = 0.501380038$$

$$c_1 = c_1(\text{awal}) + \Delta_{c_1} = 0 + 0.000157336 = 0.000157336$$

$$c_2 = c_2(\text{awal}) + \Delta_{c_2} = 1 + 0.000639737 = 1.000639737$$

$$c_3 = c_3(\text{awal}) + \Delta_{c_3} = 0 + 0.001027076 = 0.001027076$$

...

$$c_{14} = c_{14}(\text{awal}) + \Delta_{c_{14}} = 1 + 0.000690019 = 1.000690019$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan nilai parameter baru a dan c pada tabel (4.17).

Tabel 4.17 Nilai Baru Parameter

	a	c
1	0.500314673	0.000157336
2	0.501279474	1.000639737
3	0.5020541523	0.001027076
.	.	.
.	.	.
.	.	.
14	0.501380038	1.000690019

Proses di atas secara keseluruhan merupakan hasil dari perhitungan pada *epoch* 1, yang nantinya proses tersebut akan terus berulang sampai mendapatkan nilai *error* yang diinginkan atau sampai dengan jumlah *epoch* yang telah ditentukan.

4.3. Proses *Testing*

Proses *testing* dijalankan dengan menggunakan model terbaik yang telah didapat dalam proses *training*. Hasil yang didapatkan dalam proses *testing* dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya banyaknya data, pembagian data *training* dan data *testing*, jumlah variabel, dan lain sebagainya. Pada klasifikasi ini menggunakan uji coba *kfold cross validation* dengan nilai $k = 5$ dan $k = 10$. Dalam penentuan tingkat akurasi, presisi, dan besarnya eror dapat dihitung dengan persamaan (2.39) sampai dengan persamaan (2.41).

- Uji coba $k = 5$

1. iterasi 1

(a) Akurasi

$$\begin{aligned} Akurasi &= \frac{44 + 49}{44 + 49 + 4 + 3} \times 100\% \\ &= 93\% \end{aligned}$$

(b) Presisi

$$\begin{aligned} Presisi &= \frac{49}{49 + 4} \times 100\% \\ &= 92.45\% \end{aligned}$$

(c) Error

$$\begin{aligned} Error &= \frac{4}{49} \times 100\% \\ &= 8\% \end{aligned}$$

Tabel 4.18 Iterasi 1 $k=5$

	RLH	RTLH
RLH	44	4
RTLH	3	49

2. iterasi 2

(a) Akurasi

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{41 + 49}{41 + 49 + 7 + 3} \times 100\% \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

(b) Presisi

$$\begin{aligned}
 \text{Presisi} &= \frac{49}{49 + 7} \times 100\% \\
 &= 87.5\%
 \end{aligned}$$

(c) Error

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \frac{7}{49} \times 100\% \\
 &= 14,28\%
 \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.19 Iterasi 2 $k=5$

	RLH	RTLH
RLH	41	7
RTLH	3	49

3. iterasi 3

(a) Akurasi

$$Akurasi = \frac{41 + 48}{41 + 48 + 7 + 5} \times 100\%$$

$$= 88\%$$

(b) Presisi

$$Presisi = \frac{48}{48 + 7} \times 100\%$$

$$= 87,27\%$$

(c) Error

$$Error = \frac{7}{48} \times 100\%$$

$$= 14,5\%$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.20 Iterasi 3 $k=5$

	RLH	RTLH
RLH	41	7
RTLH	5	48

4. iterasi 4

(a) Akurasi

$$\begin{aligned}
 Akurasi &= \frac{40 + 51}{40 + 51 + 7 + 1} \times 100\% \\
 &= 92\%
 \end{aligned}$$

(b) Presisi

$$\begin{aligned}
 Presisi &= \frac{51}{51 + 7} \times 100\% \\
 &= 87.93\%
 \end{aligned}$$

(c) Error

$$\begin{aligned}
 Error &= \frac{7}{51} \times 100\% \\
 &= 13,72\%
 \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.21 Iterasi 4 $k=5$

	RLH	RTLH
RLH	40	7
RTLH	1	51

5. iterasi 5

(a) Akurasi

$$Akurasi = \frac{47 + 49}{47 + 49 + 1 + 3} \times 100\%$$

$$= 96\%$$

(b) Presisi

$$Presisi = \frac{49}{49 + 1} \times 100\%$$

$$= 98\%$$

(c) Error

$$Error = \frac{1}{49} \times 100\%$$

$$= 2\%$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.22 Iterasi 5 $k=5$

	RLH	RTLH
RLH	47	1
RTLH	3	49

Berdasarkan hasil di atas didapatkan rata-rata akurasi sebesar 91,8%.

- Uji coba $k = 10$

1. iterasi 1

(a) Akurasi

$$\begin{aligned} Akurasi &= \frac{20 + 23}{20 + 23 + 4 + 3} \times 100\% \\ &= 94\% \end{aligned}$$

(b) Presisi

$$\begin{aligned} Presisi &= \frac{23}{23 + 4} \times 100\% \\ &= 85\% \end{aligned}$$

(c) Error

$$\begin{aligned} Error &= \frac{4}{23} \times 100\% \\ &= 17\% \end{aligned}$$

Tabel 4.23 Iterasi 1 $k=10$

	RLH	RTLH
RLH	20	4
RTLH	3	23

2. iterasi 2

(a) Akurasi

$$Akurasi = \frac{22 + 24}{22 + 24 + 2 + 2} \times 100\%$$

$$= 92\%$$

(b) Presisi

$$Presisi = \frac{24}{24 + 2} \times 100\%$$

$$= 92,3\%$$

(c) Error

$$Error = \frac{2}{24} \times 100\%$$

$$= 8,3\%$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.24 Iterasi 2 $k=10$

	RLH	RTLH
RLH	22	2
RTLH	2	24

3. iterasi 3

(a) Akurasi

$$Akurasi = \frac{21 + 26}{21 + 26 + 3 + 0} \times 100\%$$

$$= 94\%$$

(b) Presisi

$$Presisi = \frac{26}{26 + 3} \times 100\%$$

$$= 89,65\%$$

(c) Error

$$Error = \frac{3}{26} \times 100\%$$

$$= 11,5\%$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.25 Iterasi 3 $k=10$

	RLH	RTLH
RLH	21	3
RTLH	0	26

4. iterasi 4

(a) Akurasi

$$Akurasi = \frac{24 + 25}{24 + 25 + 0 + 1} \times 100\%$$

$$= 98\%$$

(b) Presisi

$$Presisi = \frac{25}{25 + 0} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

(c) Error

$$Error = \frac{0}{25} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.26 Iterasi 4 $k=10$

	RLH	RTLH
RLH	24	0
RTLH	1	25

5. iterasi 5

(a) Akurasi

$$Akurasi = \frac{18 + 24}{18 + 24 + 6 + 2} \times 100\%$$

$$= 84\%$$

(b) Presisi

$$Presisi = \frac{24}{24 + 6} \times 100\%$$

$$= 80\%$$

(c) Error

$$Error = \frac{6}{24} \times 100\%$$

$$= 25\%$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.27 Iterasi 5 $k=10$

	RLH	RTLH
RLH	18	6
RTLH	2	24

• iterasi 6

1. Akurasi

$$\begin{aligned}
 Akurasi &= \frac{20 + 25}{20 + 25 + 4 + 1} \times 100\% \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

2. Presisi

$$\begin{aligned}
 Presisi &= \frac{25}{25 + 4} \times 100\% \\
 &= 86,2\%
 \end{aligned}$$

3. Error

$$\begin{aligned}
 Error &= \frac{4}{25} \times 100\% \\
 &= 16\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.28 Iterasi 6 $k=10$

	RLH	RTLH
RLH	20	4
RTLH	1	25

- iterasi 7

1. Akurasi

$$\begin{aligned} Akurasi &= \frac{21 + 25}{21 + 25 + 2 + 2} \times 100\% \\ &= 92\% \end{aligned}$$

2. Presisi

$$\begin{aligned} Presisi &= \frac{25}{25 + 2} \times 100\% \\ &= 92,6\% \end{aligned}$$

3. Error

$$\begin{aligned} Error &= \frac{2}{25} \times 100\% \\ &= 8\% \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.29 Iterasi 7 k=10

	RLH	RTLH
RLH	21	2
RTLH	2	25

- iterasi 8

1. Akurasi

$$\begin{aligned} Akurasi &= \frac{23 + 22}{23 + 22 + 1 + 4} \times 100\% \\ &= 90\% \end{aligned}$$

2. Presisi

$$\begin{aligned} Presisi &= \frac{22}{22 + 1} \times 100\% \\ &= 95,65\% \end{aligned}$$

3. Error

$$\begin{aligned} Error &= \frac{1}{22} \times 100\% \\ &= 4,5\% \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.30 Iterasi 8 $k=10$

	RLH	RTLH
RLH	23	1
RTLH	4	22

- iterasi 9

1. Akurasi

$$\begin{aligned} Akurasi &= \frac{21 + 24}{21 + 24 + 3 + 2} \times 100\% \\ &= 90\% \end{aligned}$$

2. Presisi

$$\begin{aligned} Presisi &= \frac{24}{24 + 3} \times 100\% \\ &= 88\% \end{aligned}$$

3. Error

$$\begin{aligned} Error &= \frac{3}{24} \times 100\% \\ &= 12,5\% \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.31 Iterasi 9 k=10

	RLH	RTLH
RLH	21	3
RTLH	2	24

- iterasi 10

1. Akurasi

$$\begin{aligned} Akurasi &= \frac{22 + 25}{22 + 25 + 2 + 1} \times 100\% \\ &= 94\% \end{aligned}$$

2. Presisi

$$\begin{aligned} Presisi &= \frac{25}{25 + 2} \times 100\% \\ &= 92,6\% \end{aligned}$$

3. Error

$$\begin{aligned} Error &= \frac{2}{25} \times 100\% \\ &= 8\% \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.32 Iterasi 10 $k=10$

	RLH	RTLH
RLH	22	2
RTLH	1	25

Berdasarkan hasil di atas didapatkan rata-rata akurasi sebesar 91,8%.

Berdasarkan pada perhitungan di atas, untuk $k = 5$ mempunyai nilai akurasi terbaik sebesar 96%, nilai presisi terbaik sebesar 98%, nilai eror terkecil yaitu 2%, dan rata-rata akurasi dari uji coba $k=5$ yaitu 91,8%. Sedangkan untuk $k = 10$ didapatkan nilai akurasi terbaik sebesar 98%, nilai presisi terbaik 100%, nilai eror terkecil yaitu 0%, dan rata-rata akurasi dari uji coba $k=10$ yaitu 91,8%. Hal tersebut dapat terjadi karena saat melakukan proses *training* dan *testing* dilakukan sebanyak k lipatan, sehingga memungkinkan pada uji coba $k = 10$ mempunyai peluang yang lebih besar dalam mengenal data. Oleh sebab itu untuk uji coba $k = 10$ mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan uji coba $k = 5$.

4.4. Integrasi Keislaman

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk membedakan Rumah Tidak Layak Huni (RTLH) dan Rumah Layak Huni (RLH). Hal ini selaras dengan Al-Qur'an surah *al-Baqarah* ayat 31 yang berbunyi :

وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلَائِكَةِ فَقَالَ أَنْبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلَاءِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ

Artinya:

“Dan Dia ajarkan kepada Adam nama-nama (benda) semuanya, kemudian Dia perlihatkan kepada para malaikat seraya berfirman, “Sebutkan kepada-Ku nama semua (benda) ini, jika kamu yang benar!”.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa sejatinya manusia telah diberikan pengetahuan tentang nama dari segala hal yang ada di muka bumi ini atas seizin Allah SWT. Sehingga manusia bisa menjadi khalifah di Bumi, karena telah diberikan ilmu dari Allah SWT untuk bekal tinggal di Bumi. Hal tersebut menjelaskan bahwasanya manusia mampu untuk membedakan mana yang

termasuk kategori RTLH dan yang termasuk RLH.

Dalam mencapai sesuatu dibutuhkan *effort* yang lebih agar bisa tercapai. Seperti halnya dalam menemukan nilai parameter yang akan digunakan dalam penentuan RTLH menggunakan metode ANFIS membutuhkan *effort* lebih agar didapatkan hasil yang maksimal. Hal ini dijelaskan dalam Al-Qur'an surah *al-Ankabut* ayat 6 yang berbunyi:

وَمَنْ جَاهَدَ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ إِنَّ اللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ الْعَالَمِينَ

Artinya:

”Dan barangsiapa yang berjihad, maka sesungguhnya jihadnya itu adalah untuk dirinya sendiri. Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Kaya (tidak memerlukan sesuatu) dari semesta alam.”

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menjelaskan tentang seseorang yang bersungguh-sungguh dalam mencapai suatu hal (berjihad), maka sesungguhnya pahala, manfaat, dan lain sebagainya akan kembali pada dirinya sendiri. Tidak ada sedikitpun manfaat dari jihad tersebut untuk Allah SWT, karena Allah SWT Maha Kaya yang tidak membutuhkan apapun.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari implementasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* dalam penentuan rumah tidak layak huni di kabupaten Bojonegoro terdapat 2 poin penting yaitu:

1. Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) bekerja dengan cara mengolah data yang telah dinormalisasi ke dalam 2 proses utama yaitu proses *training* dan proses *testing*. Dalam proses *training* terdapat langkah maju dan langkah mundur yang bertujuan untuk menentukan nilai parameter dan model yang sesuai dengan eror dan *epoch* yang telah ditentukan, nantinya parameter dan model tersebut akan diaplikasikan ke dalam proses *testing*.
2. Kinerja yang dihasilkan metode ANFIS terdapat perbedaan hasil akurasi antara uji coba $k = 5$ dan $k = 10$. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan jumlah data yang digunakan dalam *training* dan *testing* berbeda, sesuai dengan pengertian *kfold cross validation* yang membagi data sesuai dengan k lipatan. Hal ini dapat menyebabkan uji coba $k = 10$ mendapat hasil yang lebih bagus, karena mempunyai data *training* yang lebih banyak dibandingkan $k = 5$. Sehingga sistem mempunyai banyak peluang untuk belajar lebih dan mendapatkan hasil yang maksimal. Dalam penelitian ini uji coba $k = 10$ mempunyai nilai akurasi terbaik sebesar 98%, nilai presisi terbaik sebesar 100%, dan nilai eror terkecil 0%, sedangkan uji coba $k = 5$

mendapatkan nilai akurasi terbaik sebesar 96%, nilai presisi terbaik sebesar 98%, dan eror terkecil 2%. Jadi dapat disimpulkan bahwa dalam klasifikasi RTLH menggunakan metode ANFIS, uji coba $k = 10$ lebih baik dibandingkan uji coba $k = 5$.

5.2. Saran

Penelitian ini membahas tentang klasifikasi RTLH menggunakan metode ANFIS dengan uji coba *kfold cross validation*. Dalam hal ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga perlu adanya perbaikan untuk penelitian kedepannya. Berikut saran-saran dari penulis untuk penelitian kedepannya:

1. Terbatasnya jumlah data yang hanya dibatasi pada tingkat kemiskinan terendah (desil 1), karena masih ada kemungkinan bahwa rumah tangga yang berada di atas desil 1 rumahnya tergolong RTLH.
2. Variabel yang digunakan bisa ditambah sesuai dengan keadaan di lapangan, sehingga bisa membuat hasil lebih akurat.
3. Uji coba hanya dilakukan menggunakan *kfold cross validation* dengan nilai $k = 5$ dan $k = 10$, sehingga peneliti tidak mengetahui hasil dari uji coba dengan metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah. (2021). Situs Resmi Pemkab Bojonegoro. Diakses 4 Juni 2021, dari <https://bojonegorokab.go.id/berita/6042/program-aladin-pemkab-bojonegoro-targetkan-3924-unit-rumah-dibangun-tahun-2021>.
- Afifuddin, M., Nafira, D., dan Fachrurrazi, F. (2021). Prediksi Kuat Tekan Beton Kinerja Tinggi dengan Pemodelan Metode Artificial Neural Network (ANN). *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2):106–113.
- Al-Bukhari, I. (2018). *Adabul Mufrad: Kumpulan Hadits-Hadits Akhlak*. Pustaka Al-Kautsar.
- Al Karomi, M. A. (2018). Fuzzifikasi Data untuk Normalisasi Atribut dalam Perhitungan Algoritma K-Nearest Neighbour. *IC-Tech*, 13(2).
- Alfianti Oktavia, C. dan Maulidi, R. (2019). Penerapan Logika Fuzzy Sugeno untuk Penentuan Reward pada Game Edukasi Aku Bisa. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 12(2):117–124.
- Aminin, T. dan Farid, M. M. (2019). Prinsip-Prinsip Penyelenggaraan Dana Alokasi Khusus (DAK) Sub Bidang Perumahan Dalam Program Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya (BSPS) Di Desa Campurejo Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro. *Publika*, 7(3):1–5.
- Ananda, V. M. (2018). *Penerapan Pengolahan Citra Digital dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam Klasifikasi Tanaman Herbal*. PhD thesis, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

- Angilella, Silvia and Pappalardo, Maria Rosaria. (2021). Assessment of a Failure Prediction Model in The European Energy Sector: A Multicriteria Discrimination Approach with a PROMETHEE based Classification *Expert Systems with Applications*, 184:115513.
- Anisah, S., Yulianto, T., dan Faisol, F. (2021). Perbandingan Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Mamdani pada Analisis Minat Masyarakat terhadap Produk Air Minum dalam Kemasan Lokal dan Nasional di Madura. *Zeta-Math Journal*, 6(1):29–37.
- As-Suyuthi, J. dan Al-Mahalli, J. (2003). Tafsir jalalain. *Surabaya: Imaratullah*.
- Azhar, M. I. (2018). *Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*. PhD thesis, Universitas Brawijaya.
- Batubara, S. (2017). Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Sugeno untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan. *IT Journal Research and Development*, 2(1):1–11.
- B. P. Pratiwi, A. S. Handayani, dan Sarjana. (2021). Pengukuran Kinerja Sistem Kualitas Udara Dengan Teknologi Wsn Menggunakan Confusion Matrix. *J. Inform. Upgris*, 6(2). 66-75.
- Darmawi, D. Y., Nurcahyo, G. W., dkk. (2021). Sistem Fuzzy Menggunakan Metode Sugeno dalam Akurasi Penentuan Suhu Kandang Ayam Pedaging. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, pages 72–77.
- D. Putra dan A. Wibowo. (2020). Prediksi Keputusan Minat Penjurusan Siswa SMA Yadika 5 Menggunakan Algoritma Naive Bayes. *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, pp. 84-92.

- Ersyad, M. F. (2018). *Implementasi Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam Menentukan Kualitas Air Minum pada Depot Air Minum (DAM)(Studi Kasus: UPTD. Laboratorium Pemeriksaan Kualitas Air (PKA) Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru*. PhD thesis, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Haerani, E. (2014). Analisa Kendali Logika Fuzzy dengan Metode Defuzzifikasi COA (Center of Area), Bisektor, MOM (Mean of Maximum), LOM (Largest of Maximum), dan SOM (Smallest of Maximum). *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 10(2):245–253.
- Handoyo, S. dan Prasojo, A. P. S. (2017). *Sistem Fuzzy Terapan dengan Software R*. Universitas Brawijaya Press.
- Hardiyanti, S. A. dan Shofiyah, Q. (2020). Prediksi Kasus Covid-19 di Indonesia Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, volume 6, pages 974–981.
- Hasibuan, L. H. (2021). *Efektivitas Program Pembangunan Rumah Layak Huni Di Kota Pekanbaru*. PhD thesis, Univesitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Jalil, S. A., Mohamad, M. H., dan Majid, W. R. (2020). Pendapatan Garis Kemiskinan (PGK) 2019 dan Had Kifayah Maiwp: Satu Tinjauan Perbandingan Poverty Line Income (Pli) 2019 And Maiwp's Had Kifayah: A Comparative Review. In *INSLA E-PROCEEDINGS*, volume 3, pages 629–642.
- Kastina, M. dan Silalahi, M. (2016). Logika Fuzzy Metode Mamdani dalam Sistem Keputusan. *Jurnal Ilmu Komputer*, 1(2):171–181.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2016). *Pendataan Rumah Tidak Layak Huni*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bandung.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2021 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Perumahan dan Kawasan Permukiman.

Komsiyah, S. and Desvania, E. (2021). ScienceDirect Traffic Lights Analysis and Simulation Using Fuzzy Inference System of Mamdani on Three-Signaled Intersections . *Procedia Computer Science*, 179:268–280.

Kugemann, Martin and Polatidis, Heracles. (2019). Multi-criteria Decision Analysis of Road Transportation Fuels and Vehicles: A Systematic Review and Classification of The Literature *Energies*, 13(1):157.

Lazuardi, B. dan Prasetyo, S. Y. J. (2018). Model Sistem Pakar Fuzzy Logic Method untuk Menentukan Status Akreditasi pada Sistem Informasi Sapti Universitas Kristen Satya Wacana Berbasis Web. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 1(2):61–71.

Menpera (2008). Permenpera No: 22/2008.

Mulyanto, A. (2016). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Jumlah Jam Overtime pada Produksi Barang Di Pt Asahi Best Base Indonesia (ABBI) Bekasi. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 1(1):1–11.

Nagarathinam, Ezhilmathi and Ponnuchamy, Thirumurugan. (2019). Image Registration-based brain Tumor Detection and Segmentation Using ANFIS

- Classification Approach *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 29(4):510-517.
- Nasir, J. dan Suprianto, J. (2017). Analisis Fuzzy Logic Menentukan Pemilihan Motor Honda dengan Metode Mamdani. *Jurnal Edik Informatika Penelitian Bidang Komputer Sains dan Pendidikan Informatika*, 3(2):177–186.
- Permana, W. D., Astuti, I. F., dan Hatta, H. R. (2020). Penentuan Keputusan Pemberian Pinjaman Kredit Usaha Rakyat Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Studi Kasus: BRI Unit A. Yani Bontang). *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 15(2):66.
- Permenpera No.22/ (2008). Permenpera No: 22/2008. page 33.
- Pinem, N. S. dan Utomo, D. P. (2020). Implementasi Fuzzy Logic dengan Infrensi Tsukamoto untuk Prediksi Jumlah Kemasan Produksi (Studi Kasus: PT. Sinar Sosro Medan). *Pelita Informatika: Informasi dan Informatika*, 9(1):56–60.
- Priyo, W. T. (2017). Penerapan Logika Fuzzy dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Ilmiah Soulmath: Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 5(1):14–21.
- Purwandani, I. dan Wibowo, R. S. (2019). Perbandingan Tipe Fungsi Keanggotaan ANFIS untuk Mengukur Akurasi Evaluasi Kinerja Dosen. *SNIT 2012*, 1(1):143–149.
- Putri, A. D. (2017). Fuzzy Logic untuk Menentukan Lokasi Kios Terbaik di Kepri Mall Dengan Menggunakan Metode Sugeno. *Jurnal Edik Informatika Penelitian Bidang Komputer Sains dan Pendidikan Informatika*, 3(1):49–59.

- Rizky, R., Hidayat, T., Hardianto, A., dan Hakim, Z. (2020). Penerapan Metode Fuzzy Sugeno untuk Pengukuran Keakuratan Jarak pada Pintu Otomatis di CV Bejo Perkasa. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, pages 33–42.
- Saelan, A. (2009). Logika Fuzzy. *Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika. Institut teknologi Bandung*.
- Santosa, R. B. (2000). *Omah: Membaca Makna Rumah Jawa*. Yayasan Bentang Budaya.
- Sari, F. M. dan Mutiari, D. (2014). Perbandingan Rumah Tinggal Tradisional Jawa dan Rumah Tinggal Modern di Surakarta. *sinektika*, 14(2):217–224.
- Silviani, N. H., Anshari, B., dan Ngudiyono, N. (2021). Prediksi Defleksi Balok Kayu Tumpuan Sederhana dengan Model Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). *Konstruksia*, 12(1):127–133.
- Suwanto, G., Riza I., dan Garno. (2021) Identifikasi Citra Digital Jenis Beras Menggunakan Metode Anfis dan Sobel. *Jurnal Informatika Polinema*, 7(2):123–128.
- Suwanto., Bisri, M. H., Novitasari, D. C. R., dan Asyhar, A. H. (2019) Classification of EEG Signals using Fast Fourier Transform (FFT) and Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). *Jurnal Matematika "MANTIK"*, 5(1): 35–44.
- Tembusai, Z. R. (2021). Analisis K-Nearest Neighbor dengan K-Fold Cross Validation dan Analytic Hierarchy Process pada Klasifikasi Data.
- Tumanggor, H., Haloho, M., Ramadhani, P., dan Nasution, S. D. (2018). Penerapan Metode VIKOR Dalam Penentuan Penerima Dana Bantuan Rumah Tidak Layak Huni. 5(1):71–78.

- Wardani, A. R., Nasution, Y. N., dan Amijaya, F. D. T. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *INA-Rxiv*.
- Wayahdi, M. R., Syahputra, D., and Ginting, S. H. N. (2020). Evaluation of The K-Nearest Neighbor Model with K-Fold Cross Validation on Image Classification. *INFOKUM*, 9(1, Desember):1–6.
- Whidhiasih, R.N., dan Ekawati, Inna. (2019). Identifikasi Jenis Penyakit Daun Padi Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Berdasarkan Tekstur. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL ENERGI & TEKNOLOGI (SINERGI)*, 131–140.
- Wulansari, H. (2017). Uji Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan dengan Menggunakan Metode Defuzzifikasi Maximum Likelihood Berbasis Citra Alos Avnir-2. *BHUMI: Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 3(1):98–110.
- Yuliandany, Eka., Sabri, LM dan Awwaluddin, Moehammad. (2019). Analisis Peramalan Data Kosong Bulanan Pasang Surut Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)(Studi Kasus: Stasiun Pasut Surabaya) *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1):57-66.
- Yuniarti, D. dan Gunawan, B. (2021). Penerapan Data Mining untuk Memprediksi Jumlah Siswa Diktukpa TNI AL dengan Metode Artificial Neural Network dan Algoritma Backpropagation. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 5(4):938–954.