

TUGAS AKHIR - ES234849

**PENILAIAN RISIKO WILAYAH TERKENA DAMPAK
PENULARAN DEMAM BERDARAH (DBD) DI
KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN FUZZY
MODELING**

ANDIRA YULIANENGTIAS

NRP 5026211038

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

NIP 197601232001122002

Program Studi Sarjana Sistem Informasi

Departemen Sistem Informasi

Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025



TUGAS AKHIR - ES234849

**PENILAIAN RISIKO WILAYAH TERKENA DAMPAK
PENULARAN DEMAM BERDARAH (DBD) DI
KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN FUZZY
MODELING**

ANDIRA YULIANENGTIAS

NRP 5026211038

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

NIP 197601232001122002

Program Studi Sarjana Sistem Informasi

Departemen Sistem Informasi

Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025



FINAL PROJECT - ES234849

**REGION RISK ASSESSMENT AFFECTED BY DENGUE
HEMORRHAGIC FEVER (DHF) TRANSMISSION IN
MALANG REGENCY USING FUZZY MODELING**

ANDIRA YULIANENGTIAS

NRP 5026211038

Advisor

Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

NIP 197601232001122002

Information System Undergraduate Study Program

Department of Information System

Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

LEMBAR PENGESAHAN

PENILAIAN RISIKO WILAYAH TERKENA DAMPAK PENULARAN DEMAM BERDARAH (DBD) DI KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN FUZZY MODELING

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
pada

Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (ELECTICS)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

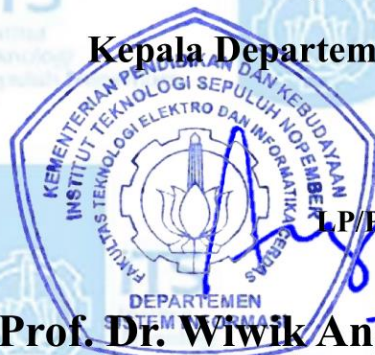
Oleh :

Andira Yulianengtias

NRP: 5026211038

Surabaya, 30 Januari 2025

Kepala Departemen Sistem Informasi



Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom
NIP. 197601232001122002

LEMBAR PERSETUJUAN**PENILAIAN RISIKO WILAYAH TERKENA DAMPAK PENULARAN DEMAM BERDARAH (DBD) DI KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN FUZZY MODELING****TUGAS AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Andira Yulianengtias

NRP: 5026211038

Disetujui Tim Penguji:


Tanggal Ujian:
Periode Wisuda:

24 Februari 2025
Maret 2025


Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom


(Pembimbing 1)

Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T


(Penguji 1)

Retno Aulia Vinarti, S.Kom., M.Kom., Ph.D


(Penguji 2)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Andira Yulianengtias / 5026211038
Program studi : S1 Sistem Informasi
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom / 197601232001122002 / NIP

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "PENILAIAN RISIKO WILAYAH TERKENA DAMPAK PENULARAN DEMAM BERDARAH (DBD) DI KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN FUZZY MODELING" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

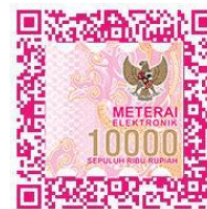
Surabaya, 30 Januari 2025

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom
NIP. 197601232001122002



Andira Yulianengtias
NRP. 5026211038

ABSTRAK

PENILAIAN RISIKO WILAYAH TERKENA DAMPAK PENULARAN DEMAM BERDARAH (DBD) DI KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN FUZZY MODELING

Nama Mahasiswa / NRP : Andira Yulianengtias / 5026211038
Departemen : Sistem Informasi FTEIC - ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom

Abstrak

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *aedes aegypti*. Penyakit ini masih menjadi masalah yang krusial karena jumlah kasusnya yang tinggi, terutama di musim hujan. Berdasarkan data WHO, kasus DBD global meningkat, termasuk di Indonesia yang tercatat memiliki 16.000 kasus dan 124 kematian per 1 Maret 2024. Banyak upaya pencegahan telah dilakukan oleh pemerintah, namun sayangnya upaya ini belum optimal dan tepat sasaran. Seperti yang terjadi di Desa Pringu, Malang, dimana masyarakat harus melakukan tindakan pencegahan secara mandiri karena tidak ada upaya dari pemerintah meskipun jumlah kasus demam berdarah di Desa Pringu merebak. Sehingga dilakukan penyusunan Tugas Akhir ini untuk menilai risiko penularan demam berdarah di Kabupaten Malang menggunakan fuzzy model. Penilaian risiko ini dilakukan dengan memperhatikan kondisi spesifik daerah Malang yang diimplementasikan dalam peta wilayah menggunakan perangkat lunak Power BI. Hasilnya menunjukkan bahwa model fuzzy mampu memetakan risiko wilayah, dimana wilayah berisiko tinggi memiliki Angka Bebas Jentik rendah yaitu dibawah 76.2% dengan kepadatan penduduk tunggu sedang hingga tinggi yaitu 960.21 – 2850.26 jiwa/km². Namun, model ini belum bisa menangani data outlier dengan baik dan validasinya masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan bias. Tugas Akhir ini diharapkan mampu membantu pemerintah untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang rentan terhadap penyebaran demam berdarah dan mengalokasikan sumber daya secara optimal untuk pencegahan demam berdarah di masa yang akan datang.

Kata kunci: *Fuzzy, Demam Berdarah Dengue, Penilaian Risiko, Peta Risiko*

ABSTRACT

REGION RISK ASSESSMENT AFFECTED BY DENGUE HEMORRHAGIC FEVER (DHF) TRANSMISSION IN MALANG REGENCY USING FUZZY MODELING

Student Name / NRP : Andira Yulianengtias / 5026211038
Department : Sistem Informasi FTEIC - ITS
Advisor : Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom

Abstract

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a disease spread by the *Aedes aegypti* mosquito and remains a significant concern due to its high prevalence, especially during the rainy season. Globally, DHF cases are on the rise, with Indonesia reporting 16,000 cases and 124 deaths as of March 1, 2024. Although the government has implemented various preventive measures, they have not been effective or targeted enough. For example, in Pringu Village, Malang, the community had to take independent preventive actions due to the lack of government intervention during DHF outbreak. This study aims to assess the risk of dengue transmission in Malang Regency using a fuzzy model. The risk assessment considers the specific conditions of the Malang region and is visualized through spatial mapping using Power BI software. The results indicate that the fuzzy model effectively maps regional risk, identifying high-risk areas as those with a Larvae-Free Index below 76.2% and medium to high population densities ranging from 960.21 to 2,850.26 people/km². However, the model struggles to handle outlier data and relies on manual validation, which may introduce bias. It is hoped that this study will help the government identify areas at risk of dengue transmission and allocate resources more effectively for future prevention efforts.

Keywords: *Fuzzy, Dengue Hemorrhagic Fever, Risk Assessment, Risk Map*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ Penilaian Risiko Wilayah Terkena Dampak Penularan Demam Berdarah (DBD) di Kabupaten Malang Menggunakan Fuzzy Modeling “ ini dengan baik dan tepat waktu untuk memenuhi persyaratan kelulusan Program Sarjana S1 Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah menerima banyak dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ardjanto dan Ibu Turi Susanti selaku orang tua penulis dan keluarga tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan motivasi, serta dukungan moral kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
2. Ibu Prof. Dr. Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, serta dukungan moral selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T. sebagai dosen penguji I dan Ibu Retno Aulia Vinarti, S.Kom., M.Kom., Ph.D. sebagai dosen penguji II yang memberikan masukan dan saran untuk menyempurnakan Tugas Akhir.
4. Bapak Izzat Aulia Akbar S.Kom., M.Eng., Ph.D. selaku dosen wali penulis yang membantu mengarahkan penulis selama menjalani perkuliahan di Departemen Sistem Informasi ITS.
5. Rania, Wanda, dan Lani selaku teman perjuangan dan keluarga yang selalu memberikan motivasi, dan dukungan selama menjalani perkuliahan.
6. Assyitha, Salma, Atika, Henita, dan teman-teman UKM Rebana yang menjadi rumah kedua penulis selama menjalani kehidupan perkuliahan di ITS.
7. Nirma dan Puput, selaku teman magang penulis yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Sistem Informasi Angkatan 2021 (VISTANARA) yang telah menjadi keluarga selama perkuliahan dan berjuang bersama hingga saat ini.
9. Semua pihak lainnya yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis terbuka dalam menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Surabaya, Januari 2025

Andira Yulianengtias

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iii |
| ABSTRAK..... | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR KODE PROGRAM..... | xiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 14 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 14 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 15 |
| 1.3 Batasan Masalah | 15 |
| 1.4 Tujuan..... | 15 |
| 1.5 Manfaat..... | 15 |
| 1.6 Relevansi Tugas Akhir | 15 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 17 |
| 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu | 17 |
| 2.2 Dasar Teori | 19 |
| 2.2.1 Demam Berdarah Dengue (DBD) | 19 |
| 2.2.2 Risk Assesment | 23 |
| 2.2.3 Region Risk | 23 |
| 2.2.4 Fuzzy Model..... | 23 |
| BAB 3 METODOLOGI | 29 |
| 3.1 Urutan pelaksanaan penelitian..... | 29 |
| 3.2 Uraian metodologi | 30 |
| 3.2.1 Identifikasi Masalah | 30 |
| 3.2.2 Studi Literature | 30 |
| 3.2.3 Pengumpulan dan Pre-Processing Data..... | 30 |
| 3.2.4 Pembuatan Model Penilaian Risiko..... | 30 |
| 3.2.5 Evaluasi Model..... | 32 |
| 3.2.6 Visualisasi Hasil | 32 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.2.7 | Penyusunan Tugas Akhir..... | 32 |
| BAB 4 | Hasil dan Pembahasan | 33 |
| 4.1 | Hasil Penelitian..... | 33 |
| 4.1.1 | Pengumpulan dan Pre-Processing Data..... | 33 |
| 4.1.2 | Pembuatan Model Penilaian Risiko..... | 36 |
| 4.1.3 | Uji Coba..... | 48 |
| 4.1.4 | Evaluasi Model..... | 50 |
| 4.1.5 | Visualisasi Hasil | 56 |
| 4.2 | Pembahasan | 56 |
| BAB 5 | Kesimpulan dan Saran | 57 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 57 |
| 5.2 | Saran | 57 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 59 |
| | LAMPIRAN A..... | 61 |
| | LAMPIRAN B | 68 |
| | LAMPIRAN C..... | 82 |
| | BIODATA PENULIS | 86 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Roadmap Laboratorium RDIB | 16 |
| Gambar 2.1 korelasi faktor risiko demam berdarah (sumber: Wang, et al., 2020) | 19 |
| Gambar 2.2 Arsitektur sistem logika fuzzy (Mufid, et al., 2018)..... | 23 |
| Gambar 2.3 Fungsi linear naik (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)..... | 24 |
| Gambar 2.4 Fungsi linear turun (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018) | 24 |
| Gambar 2.5 Fungsi kurva segitiga (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018) | 25 |
| Gambar 2.6 Fungsi kurva trapesium (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)..... | 25 |
| Gambar 2.7 Fungsi kurva gauss (sumber: (Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)) | 26 |
| Gambar 2.8 Himpunan Klasik Orang Tinggi (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018).26 | |
| Gambar 2.9 Himpunan Fuzzy Orang Tinggi (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018) .26 | |
| Gambar 2.10 Diagram blok sistem inferensi fuzzy (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)..... | 27 |
| Gambar 2.11 Defuzzifikasi Model Mamdani (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018).27 | |
| Gambar 3.1 Diagram metodologi tugas akhir | 29 |
| Gambar 3.2 Struktur Fuzzy Model..... | 31 |
| Gambar 4.1 Model Penilaian Risiko | 37 |
| Gambar 4.2 Struktur model climatic FIS | 37 |
| Gambar 4.3 garis connection..... | 37 |
| Gambar 4.4 input model | 38 |
| Gambar 4.5 output model | 38 |
| Gambar 4.6 FPC untuk variabel 'ketinggian_wilayah' | 41 |
| Gambar 4.7 Distribusi data lahan pertanian | 41 |
| Gambar 4.8 Distribusi data proporsi hutan..... | 42 |
| Gambar 4.9 Distribusi data kepadatan penduduk..... | 42 |
| Gambar 4.11 Algoritma clustering berdasarkan persebaran data..... | 45 |
| Gambar 4.12 Grafik membership function dari climatic risk..... | 46 |
| Gambar 4.13 Implikasi dari climatic risk | 48 |
| Gambar 4.15 Perbaikan grafik membership function dari climatic risk..... | 53 |
| Gambar 4.16 Visualisasi Hasil | 56 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Table 2.1 Hasil penelitian terdahulu | 17 |
| Table 2.2 Hasil uji korelasi variabel faktor dengan kejadian demam berdarah (Sumber: Wulandari, et al., 2023) | 20 |
| Table 2.3 Hasil Uji Korelasi Insiden DBD dengan Variabel Dependen menggunakan Regresi Linier (Sumber: Mustika, et al., 2016) | 20 |
| Table 2.4 Parameter rentan faktor risiko | 21 |
| Table 4.1 Hasil Pengumpulan Data | 33 |
| Table 4.2 Kelompok Dataran Rendah | 34 |
| Table 4.3 Kelompok Dataran Sedang | 34 |
| Table 4.4 Kelompok Dataran Tinggi | 35 |
| Table 4.5 Nilai maksimum setiap variabel | 35 |
| Table 4.6 data kelompok Dataran Rendah Januari sebelum dinormalisasi | 36 |
| Table 4.7 data Dataran Rendah Januari setelah dilakukan normalisasi | 36 |
| Table 4.8 Hasil clustering tiga cluster | 39 |
| Table 4.9 Hasil pembagian parameter MF tiga cluster | 40 |
| Table 4.10 Hasil clustering berdasarkan distribusi data | 42 |
| Table 4.11 Hasil pembagian parameter fungsi keanggotaan segitiga | 43 |
| Table 4.12 Hasil pembagian parameter fungsi keanggotaan gaussian | 43 |
| Table 4.13 Hasil pembagian parameter fungsi keanggotaan trapesium | 44 |
| Table 4.14 Membership function output | 46 |
| Table 4.15 Angka parameter rentan | 47 |
| Table 4.16 Parameter rentan yang belum dinormalisasi | 47 |
| Table 4.17 Aturan dasar untuk climatic factor risk | 47 |
| Table 4.18 Input januari pada dataran rendah | 48 |
| Table 4.19 Input januari pada dataran sedang | 49 |
| Table 4.20 input januari pada dataran tinggi | 49 |
| Table 4.21 output penilaian risiko fuzzy model dataran rendah januari skenario 1 | 50 |
| Table 4.22 output penilaian risiko fuzzy model dataran rendah januari skenario 2 | 50 |
| Table 4.23 Hasil contoh perhitungan derajat keanggotaan | 51 |
| Table 4.24 Hasil perbandingan risiko skenario 1 dengan rule pakar pada dataran rendah bulan januari | 52 |

| | |
|---|----|
| Table 4.25 Hasil perbandingan risiko skenario 2 dengan rule pakar pada dataran rendah bulan januari | 52 |
| Table 4.26 Revisi membership function output..... | 53 |
| Table 4.27 revisi output skenario 1 | 54 |
| Table 4.28 revisi output skenario 2 | 54 |
| Table 4.29 Hasil validasi ulang pada skenario1 | 55 |
| Table 4.30 Hasil validasi ulang pada skenario2 | 55 |
| Table 0.1 januari dataran rendah | 68 |
| Table 0.2 februari dataran rendah..... | 68 |
| Table 0.3 maret dataran rendah | 68 |
| Table 0.4 april dataran rendah | 69 |
| Table 0.5 mei dataran rendah | 69 |
| Table 0.6 juni dataran rendah | 70 |
| Table 0.7 juli dataran rendah | 70 |
| Table 0.8 agustus dataran rendah | 70 |
| Table 0.9 september dataran rendah | 71 |
| Table 0.10 oktober dataran rendah | 71 |
| Table 0.11 november dataran rendah | 71 |
| Table 0.12 desember dataran rendah | 72 |
| Table 0.13 januari dataran sedang | 72 |
| Table 0.14 februari dataran sedang..... | 73 |
| Table 0.15 maret dataran sedang | 73 |
| Table 0.16 april dataran sedang | 74 |
| Table 0.17 mei dataran sedang | 74 |
| Table 0.18 juni dataran sedang | 75 |
| Table 0.19 juli dataran sedang | 75 |
| Table 0.20 agustus dataran sedang | 76 |
| Table 0.21 september dataran sedang..... | 76 |
| Table 0.22 oktober dataran sedang | 77 |
| Table 0.23 november dataran sedang | 77 |
| Table 0.24 desember dataran sedang | 78 |
| Table 0.25 januari dataran tinggi..... | 78 |
| Table 0.26 februari dataran tinggi | 79 |

| | |
|--|----|
| Table 0.27 maret dataran tinggi..... | 79 |
| Table 0.28 april dataran tinggi..... | 79 |
| Table 0.29 mei dataran tinggi..... | 79 |
| Table 0.30 juni dataran tinggi..... | 80 |
| Table 0.31 juli dataran tinggi..... | 80 |
| Table 0.32 agustus dataran tinggi..... | 80 |
| Table 0.33 september dataran tinggi..... | 80 |
| Table 0.34 oktober dataran tinggi..... | 81 |
| Table 0.35 november dataran tinggi..... | 81 |
| Table 0.36 desember dataran tinggi..... | 81 |

DAFTAR KODE PROGRAM

| | |
|--|----|
| Kode Program 4.1 Algoritma clustering berdasarkan persebaran data..... | 44 |
| Kode Program 4.2 Algoritma clustering untuk tiga cluster | 45 |
| Kode Program 4.3 Kode untuk melakukan uji coba | 49 |

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus dengue. Virus ini ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*, yang membuat penyebaran DBD relative mudah terjadi terutama di musim hujan (Ramadityo, 2023). Oleh karena itu, DBD masih menjadi salah satu isu kesehatan bagi masyarakat Indonesia.

Berdasarkan data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), kasus dan kematian akibat demam berdarah mengalami peningkatan secara global. Sejak awal tahun 2023 tercatat lebih dari 5 juta kasus dan lebih dari 5.000 kematian akibat demam berdarah di keenam wilayah WHO, yaitu Afrika, Amerika, Mediterania Timur, Asia Tenggara, Pasifik Barat, dan Eropa (World Health Organization, 2024). Kasus demam berdarah di Indonesia saat ini juga mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan musim hujan setelah El nino. Menurut Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P) Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, hampir 16.000 kasus DBD tercatat per 1 Maret di 213 Kabupaten/Kota, dengan 124 kasus yang berujung pada kematian (Ditjen P2P, 2024).

Pemerintah telah melakukan berbagai upaya dalam mencegah penyebaran kasus demam berdarah di Indonesia. Pencegahan DBD dilakukan melalui perencanaan strategi nasional penanggulangan dengue yang diterbitkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Hal ini meliputi penguatan pengendalian nyamuk, peningkatan akses dan mutu perawatan, pengawasan kasus DBD, partisipasi aktif masyarakat dalam pencegahan, peningkatan komitmen pemerintah dan kerjasama antarinstansi, serta dukungan terhadap penelitian sebagai dasar pengambilan keputusan (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021).

Upaya yang telah dilakukan melalui pemberantasan sarang nyamuk, *fogging*, dan penyuluhan kepada masyarakat ternyata masih belum sepenuhnya optimal dalam mengurangi penyebaran penyakit demam berdarah. Masih ada beberapa daerah yang belum mendapatkan tindakan pencegahan seperti yang terjadi di Desa Pringu, Malang. Relawan pemuda desa harus melakukan fogging mandiri karena kasus DBD di Desa Pringu merebak, dimana terdapat lebih dari 10 penderita DBD pada Maret hingga April 2024. Warga Desa Pringu sendiri berharap akan adanya tindak lanjut dari pemerintah desa dengan berbagai bentuk pencegahan lain yang dapat dilakukan (Aminudin, 2024).

Dari permasalahan diatas, diperlukan penyusunan Tugas Akhir mengenai penilaian risiko wilayah untuk membantu pemerintah dalam merancang strategi pencegahan yang lebih efektif dan tepat sasaran. Dengan memanfaatkan data kondisi spesifik wilayah, diharapkan dapat dikembangkan peta risiko yang akan menunjukkan tingkat risiko demam berdarah di setiap wilayah. Peta ini akan menjadi alat yang berguna bagi pemerintah dan lembaga kesehatan dalam mengidentifikasi daerah-daerah yang rentan terhadap penyebaran demam berdarah dan menjadi alat penting dalam merancang kebijakan serta mengalokasikan sumber daya secara optimal untuk pencegahan demam berdarah di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, berikut ini merupakan rumusan masalah yang akan diselesaikan pada Tugas Akhir ini :

1. Bagaimana membangun model penilaian risiko wilayah terkena dampak penularan Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan pendekatan fuzzy modeling berdasarkan kondisi spesifik di wilayah tertentu ?
2. Bagaimana mengimplementasikan hasil penilaian risiko menjadi peta wilayah yang memberikan gambaran visual mengenai risiko penyebaran di setiap daerah ?

1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah yaitu :

1. Data yang digunakan pada Tugas Akhir ini mencakup wilayah Kabupaten Malang pada tahun 2022 dengan periode bulanan.
2. Model fuzzy dirancang untuk menilai risiko pada periode tertentu dan tidak mencakup peramalan risiko penularan DBD di masa mendatang.
3. Metode yang digunakan adalah fuzzy inference system dengan output angka risiko penyebaran DBD.
4. Implementasi hasil adalah pembuatan peta wilayah yang memberikan visualisasi tingkat risiko wilayah terkena dampak penularan DBD dengan tiga *group range* (GR) yaitu, low, high, dan medium.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, tujuan dari TA ini adalah :

1. Membangun model penilaian risiko wilayah penularan Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan pendekatan fuzzy modeling berdasarkan kondisi spesifik di wilayah Malang.
2. Mengimplementasikan hasil penilaian risiko menjadi peta wilayah yang memberikan gambaran visual mengenai tingkat risiko penyebaran DBD di setiap daerah Malang.

1.5 Manfaat

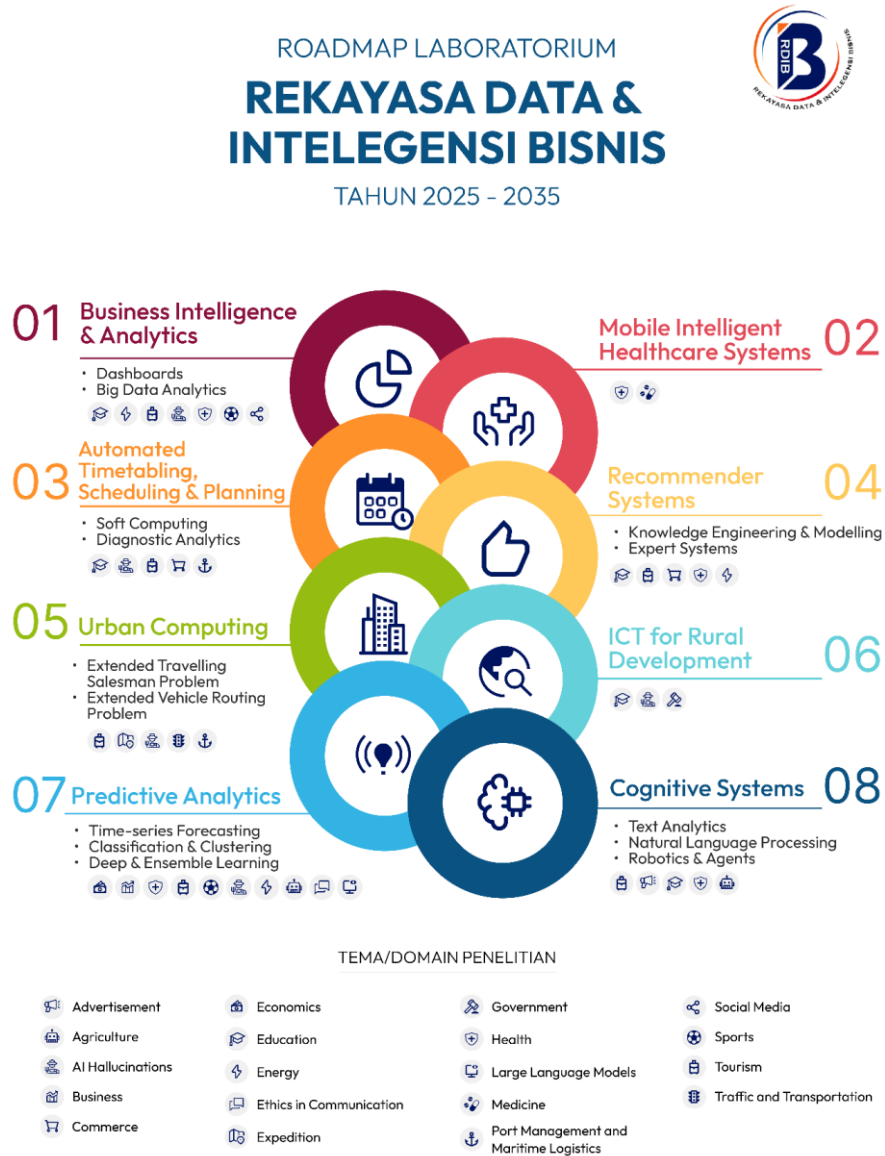
Melalui pengerjaan proposal ini, adapun manfaat yang dapat diberikan antara lain :

1. Bagi Peneliti
Mampu merancang model penilaian risiko terhadap penyakit demam berdarah menggunakan metode pendekatan fuzzy modeling.
2. Bagi Instansi Terkait
Mendapatkan model penilaian risiko dan hasil pemetaan tingkat risiko wilayah penularan penyakit demam berdarah di setiap kecamatan Kabupaten Malang.

1.6 Relevansi Tugas Akhir

Tugas Akhir ini memanfaatkan teknik predictive analytic untuk menghitung penilaian risiko penularan demam berdarah dengan mengelompokkan faktor risiko yang berkorelasi dan melakukan klasifikasi wilayah berdasarkan tingkat risikonya. Sehingga, penilaian risiko

wilayah memiliki relevansi tugas akhir dengan topik *Predictive Analytics*, terutama pada bagian sub-topik *classification and clustering* dengan tema *Health*. Roadmap dari Laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis tahun 2025-2035 terdapat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Roadmap Laboratorium RDIB

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab dua ini terdapat hasil penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan tugas akhir. Bab ini juga mencakup dasar teori yang mendukung penjelasan tugas akhir.

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian sebelumnya digunakan sebagai acuan atau referensi dalam pengerjaan tugas akhir. Hal ini disajikan dalam Table 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu.

Table 2.1 Hasil penelitian terdahulu

| | |
|--------------------------------|---|
| Judul Penelitian 1 | <i>Fuzzy model for quantitative assessment of the epidemic risk of African Swine Fever within Australia</i> |
| Penulis | Hongkun Liu, YongLin Ren, Tao Wang, Hu Shan, Kok Wai Wong |
| Tahun | 2023 |
| Deskripsi Umum | Penelitian ini membahas mengenai penilaian risiko wilayah pada negara bagian Australia yang terkena dampak epidemi African Swine Fever (ASF) atau penyakit menular pada babi menggunakan fuzzy model sebagai metode penilaian risiko. Hasil penelitian ini adalah skor risiko penyebaran ASF untuk setiap negara bagian, dimana tingkat risikonya digambarkan ke dalam bentuk peta wilayah Australia. |
| Keterkaitan dengan Tugas Akhir | Bagian dari penelitian ini yang digunakan sebagai rujukan adalah mengenai model penilaian risiko yang menggunakan metode fuzzy, termasuk membership function, sets dan rules dengan menyesuaikan kembali variabel input berdasarkan kasus penularan demam berdarah. ASF dan DBD adalah penyakit epidemi yang memiliki banyak konsep yang sulit untuk dikuantifikasi dengan tepat dan bersifat kabur, oleh karena itu fuzzy cocok untuk model epidemiologi yang kompleks. Selain itu, aturan linguistik yang digunakan dalam fuzzy model mudah dipahami oleh manusia. Sehingga aturan yang digunakan dapat diambil dari pengetahuan dan pengalaman para ahli dalam penilaian risiko, tanpa harus selalu bergantung pada data kuantitatif yang tepat. |
| Judul Penelitian 2 | <i>Mapping dengue risk in Singapore using Random Forest</i> |
| Penulis | Janet Ong, Xu Liu, Jayanthi Rajarethinam, Suet Yheng Kok, Shaohong Liang, Choon Siang Tang, Alex R. Cook, Lee Ching Ng, Grace Yap |
| Tahun | 2018 |

| | |
|--------------------------------|---|
| Deskripsi Umum | Penelitian ini membahas mengenai prediksi risiko wilayah di Singapura yang terkena dampak penularan demam berdarah menggunakan metode Random Forest. Penelitian ini juga melakukan <i>clustering</i> area berisiko tinggi dan rendah kedalam kelompok risiko RG 1 hingga RG 4. Selain itu, pemetaan risikonya dilakukan dalam grid satu km ² pada peta wilayah Singapura menggunakan perangkat lunak R |
| Keterkaitan dengan Tugas Akhir | Bagian dari penelitian ini yang digunakan sebagai referensi adalah visualisasi pembuatan peta risiko wilayah. Selain itu, digunakan juga sumber yang sama untuk mendapatkan base layer yang digunakan untuk visualisasi data geografis. |
| Judul Penelitian 3 | <i>Predicting potential areas at risk of the Dengue Hemorrhagic Fever in Jakarta, Indonesia—analyzing the accuracy of predictive hot spot analysis in the absence of small geographical area data</i> |
| Penulis | Valentino Prasetya, Valentino Vito, Ivan N. Tanawi, Dipo Aldila and Gatot F. Hertono |
| Tahun | 2023 |
| Deskripsi Umum | Penelitian ini berfokus untuk memprediksi wilayah Jakarta yang terkena risiko wabah Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) menggunakan metode analisis Hot Spot. DHF sendiri adalah bentuk yang lebih parah dari penyakit demam berdarah (DBD). Variabel input yang digunakan dalam penelitian ini adalah angka kejadian DHF dan cuaca (termasuk suhu rata-rata, curah hujan, dan kelembaban relatif) |
| Keterkaitan dengan Tugas Akhir | Bagian dari penelitian ini yang digunakan sebagai referensi adalah contoh variabel input data yang bisa digunakan dalam prediksi risiko wilayah dalam kasus demam berdarah. |
| Judul Penelitian 4 | <i>Dengue hemorrhagic fever e A systemic literature review of current perspectives on pathogenesis, prevention and control</i> |
| Penulis | Wen-Hung Wang, Aspiro Nayim Urbina, Max R. Chang, Wanchai Assavalapsakul, Po-Liang Lu, Yen-Hsu Chen, Sheng-Fan Wang |
| Tahun | 2020 |
| Deskripsi Umum | Penelitian ini membahas mengenai kumpulan tinjauan literatur tentang demam berdarah dengue (DBD) yang menganalisis faktor-faktor risiko demam berdarah serta perspektif pencegahan dan pengendaliannya, mulai dari diagnosis laboratorium, vaksin dengue, survei kasus dan vektor, program pengendalian berbasis komunitas, pengendalian secara biologi serta pengendalian kimia. |
| Keterkaitan dengan Tugas Akhir | Bagian dari penelitian ini yang digunakan sebagai referensi adalah pengelompokan faktor risiko yang berkorelasi dengan demam berdarah |

2.2 Dasar Teori

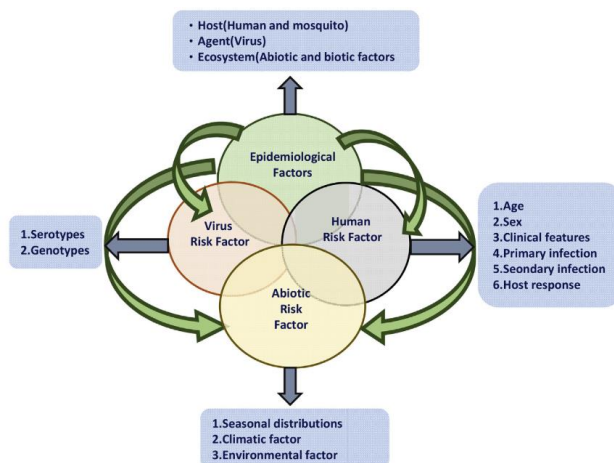
Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai konsep dasar yang digunakan sebagai acuan dalam Tugas Akhir ini

2.2.1 Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam berdarah dengue (DBD) merupakan penyakit yang dibawa oleh nyamuk *Aedes aegypti*, kemudian ditularkan kepada manusia melalui gigitannya. Virus dengue hanya dibawa oleh nyamuk betina setelah menggigit manusia yang telah terinfeksi sebelumnya. Seseorang yang terjangkit DBD memiliki gejala seperti demam tinggi secara tiba-tiba hingga mencapai 39 derajat celsius. Demam ini berlangsung lama hingga tujuh hari dan juga turun dengan cepat. Gejala lain yang sering terjadi adalah muncul ruam atau bitnik-bintik merah pada kulit (Ramadityo, 2023).

2.2.1.1 Faktor Risiko Demam Berdarah

Sebaran dan peningkatan kasus demam berdarah dapat disebabkan oleh berbagai faktor risiko. Menurut penelitian yang telah dilakukan, faktor risiko demam berdarah antara lain adalah faktor virus, faktor manusia dan faktor abiotik yang berkorelasi dengan perkembangan demam berdarah dalam faktor epidemi (Wang, et al., 2020). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 korelasi faktor risiko demam berdarah (sumber: Wang, et al., 2020)

Penelitian faktor risiko demam berdarah juga dilakukan di Indonesia oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia. Penelitian ini didasarkan pada kejadian demam berdarah di Kabupaten Bogor dengan melakukan uji korelasi antara iklim, kepadatan penduduk, angka bebas jentik, dan ketinggian wilayah dengan kejadian demam berdarah. Hasil dari uji korelasinya dapat dilihat pada Table 2.2. Selain itu, penelitian lain di Provinsi Lampung juga melakukan uji korelasi insiden demam berdarah dengan faktor penggunaan lahan seperti proporsi hutan dan pertanian dengan hasil yang ditunjukkan pada Table 2.3.

Table 2.2 Hasil uji korelasi variabel faktor dengan kejadian demam berdarah (Sumber: Wulandari, et al., 2023)

| Variable | | Dengue Incidence | |
|--------------------|------------|-----------------------|---------|
| | | Coef. Correlation (r) | p-value |
| Rainfall | Time Lag 0 | -0.165 | 0.167 |
| | Time Lag 1 | -0.145 | 0.228 |
| | Time Lag 2 | -0.096 | 0.451 |
| Air temperature | Time Lag 0 | -0.050 | 0.675 |
| | Time Lag 1 | -0.122 | 0.515 |
| | Time Lag 2 | -0.155 | 0.207 |
| Air humidity | Time Lag 0 | 0.394 | 0.001* |
| | Time Lag 1 | 0.169 | 0.159 |
| | Time Lag 2 | 0.196 | 0.105 |
| Population density | | -0.755 | 0.085 |
| Larvae Free Rate | | 0.861 | 0.159 |
| Area altitude | | -0.550 | 0.027* |

Table 2.3 Hasil Uji Korelasi Insiden DBD dengan Variabel Dependen menggunakan Regresi Linier (Sumber: Mustika, et al., 2016)

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|------------------------|---------------------|--------------------------|-------|--------|
| Constant | 17,35 | 12,25 | 1,42 | 0,173 |
| [JPD] _{it} | 0,00954 | 0,01204 | 0,79 | 0,438 |
| [FK] _{it} | -0,22135 | 0,09904 | -2,23 | 0,038* |
| [RS] _{it} | -0,11741 | 0,07699 | -1,53 | 0,144 |
| [CH] _{it} | 0,06869 | 0,03808 | 1,80 | 0,087* |
| [HN] _{it-1} | -0,2378 | 0,3440 | -0,69 | 0,498 |
| [HR] _{it-1} | -1,2634 | 0,3175 | -3,98 | 0,001* |
| [PTIN] _{it-1} | 0,5315 | 0,2005 | 2,65 | 0,016* |
| [D1_URB] _{it} | 28,75 | 10,11 | 2,84 | 0,010* |
| [D2_FSW] _{it} | 17,32 | 13,10 | 1,32 | 0,202 |
| S = 13,6160 | R-Sq = 82,5% | R-Sq(adj) = 74,2% | | |

Dari Table 2.2, faktor risiko yang memiliki korelasi signifikan dengan insiden demam berdarah adalah kelembaban udara dengan arah korelasi positif, dan ketinggian wilayah dengan arah korelasi negatif. Meskipun variabel lain tidak memiliki korelasi yang signifikan, faktor-faktor lain menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kejadian demam berdarah di Kabupaten Bogor dengan *Incident Rate (IR)* = 40,44 per 100.000 penduduk pada tahun 2021. Pada tahun tersebut, LFR juga berada di bawah standar nasional <95%, menunjukkan kepadatan larva yang tinggi. Dengan sarang larva yang sangat tinggi, risiko penularan DBD tetap tinggi (Wulandari, Rahmawati, Al Asyary, & Nugraha, 2023).

Kemudian pada Table 2.3, proporsi hutan disimbolkan dengan [HR] dan proporsi pertanian insentif disimbolkan dengan [PTIN]. Kedua variabel ini juga menunjukkan korelasi dan kontribusi nyata dalam peningkatan insiden DBD. Berdasarkan penelitian sebelumnya, variabel-variabel di atas dapat dikelompokkan kedalam sebuah kelompok faktor.

a. Faktor iklim

Faktor iklim yang mempengaruhi kejadian demam berdarah meliputi curah hujan, suhu, dan kelembapan udara. Penelitian yang menggunakan metode pendekatan epidemiologi ini menyatakan bahwa pada bulan-bulan tertentu, tinggi suhu akan menyebabkan populasi nyamuk meningkat namun dengan jumlah penularan virus yang rendah. Sedangkan jika kondisi curah hujannya tinggi, suhu udara rendah, dan kelembapan tinggi, maka penularan virusnya tinggi (Amelinda, Wulandari, & Al Asyary, 2022).

b. Faktor host

Faktor host yang mempengaruhi kejadian demam berdarah adalah manusia dan nyamuk. Manusia sebagai tempat hidup atau inang dari agen penyakit, sedangkan nyamuk berperan sebagai vektor yang membawa dan menularkan penyakit. Pada

penelitian yang dilakukan di Jakarta Selatan, pola sebaran kasus demam berdarah di wilayah yang memiliki ABJ tinggi dan rendah tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Namun wilayah yang kepadatan penduduknya rendah, mengalami penyebaran DBD yang lebih rendah dibanding daerah lain (Amelinda, Wulandari, & Al Asyary, 2022).

c. Faktor lingkungan

Salah satu faktor lingkungan yang berkorelasi dengan kejadian demam berdarah adalah ketinggian wilayah. Pada penelitian yang dilakukan di Kabupaten Malang, didapatkan hasil bahwa dataran rendah dan dataran menengah mempunyai jumlah penderita demam berdarah lebih tinggi, dibandingkan dengan jumlah kasus di dataran tinggi (Anggraeni, et al., 2017). Faktor penggunaan lahan juga berkorelasi dengan kejadian demam berdarah, seperti luas hutan dan luas pertanian insentif. Hutan dapat menjadi pembatas pergerakan nyamuk berpindah antar rumah. Sedangkan konversi hutan yang sekarang menjadi areal pertanian menyebabkan tanah menjadi terbuka dan tergenang air, sehingga dapat menjadi tempat perindukan nyamuk.

Kerentanan terhadap risiko penyebaran kasus demam berdarah tidak terjadi begitu saja, namun terdapat parameter dari setiap faktor risiko yang mempengaruhi tingkat keparahan serta penyebaran penyakit. Pada Table 2.4 akan diberikan gambaran yang lebih jelas mengenai parameter dari setiap variabel sesuai dengan lingkungan di Indonesia.

Table 2.4 Parameter rentan faktor risiko

| Faktor Risiko | Parameter Rentan | Penjelasan |
|---------------|------------------|---|
| Curah hujan | 4,3 – 20 mm | Curah hujan yang optimal bagi nyamuk adalah antara 4,3-20 mm. Curah hujan yang tinggi namun tidak terlalu deras dapat menambahkan lokasi perkembangbiakan, sehingga menyebabkan populasi jumlah nyamuk meningkat (Amelinda, Wulandari, & Al Asyary, 2022). |
| Suhu | 26°C - 30°C | Suhu dapat mempengaruhi siklus hidup vektor nyamuk dan replikasi virus. Suhu udara optimal untuk nyamuk vektor adalah sekitar 26-30°C. Oleh karena itu, penularan demam berdarah lebih mungkin terjadi di Indonesia daerah tropis dan subtropis, karena suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengganggu pertumbuhan nyamuk, bahkan membunuh mereka. Hal seperti ini bisa saja terjadi jika suhu di bawah 10°C atau di atas 46°C (Amelinda, Wulandari, & Al Asyary, 2022). |

| Faktor Risiko | Parameter Rentan | Penjelasan |
|--------------------------|-------------------------------|---|
| Kelembapan | 60% - 90% | Kelembapan udara yang optimal untuk perkembangbiakan nyamuk <i>Aedes aegypti</i> adalah diantara 60-90% . Kelembapan udara di bawah 60% dapat memperpendek umur nyamuk, karena pada saat kelembapan udara rendah, cairan dalam tubuh nyamuk akan menguap lebih banyak, dan menyebabkan nyamuk mengering (Amelinda, Wulandari, & Al Asyary, 2022). |
| Kepadatan penduduk | >1000 orang/km ² | kepadatan penduduk yang tinggi yaitu >1000 orang/km ² akan sebanding dengan tingginya angka kasus demam berdarah. Kepadatan dan populasi adalah salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya angka kejadian DBD (Nuranisa, Maryanto, & Isfandiari, 2022). |
| Angka Bebas Jentik (ABJ) | <95% | Salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur keberhasilan salah satu program pemberantasan nyamuk adalah Angka Bebas Jentik (ABJ), dengan standar nasional sebesar $\geq 95\%$ (Amelinda, Wulandari, & Al Asyary, 2022). |
| Ketinggian wilayah | 0 - 500 mdpl | Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> tumbuh subur pada ketinggian 0-500 meter di atas permukaan laut, dan mereka tidak cocok untuk bertahan hidup di ketinggian lebih dari 1.000 meter di atas laut tingkat tinggi. |
| Luas Hutan | Penurunan luas hutan | Nyamuk <i>aedes aegypti</i> adalah vector DBD yang hidup di pemukiman masyarakat dengan jarak terbang sekitar 40-100 m, dan bisa mencapai 434 m pada kondisi angin tenang. Kemampuan nyamuk ini untuk menggigit beberapa orang dalam satu waktu membuatnya efektif dalam penyebaran virus dengue. Namun hutan di sekitar pemukiman dapat menjadi penghalang pergerakan nyamuk DBD dari satu rumah ke rumah lainnya (Mustika, Bakri, & Wardani, 2016). |
| Luas Lahan Pertanian | Kenaikan luas lahan pertanian | Irigasi sawah selama musim tanam menghasilkan genangan air di area sawah dan pertanian. Air irigasi ini bersih dan menawarkan lingkungan yang cocok bagi nyamuk <i>Aedes</i> untuk bertelur, karena nyamuk ini cenderung memilih air bersih untuk berkembang biak (Mustika, Bakri, & Wardani, 2016). |

2.2.2 Risk Assesment

Risk Assesment atau penilaian risiko penyakit adalah evaluasi sistematis dan identifikasi faktor-faktor risiko yang menyebabkan suatu penyakit, memperkirakan tingkat risiko kuantitatif atau kualitatif dalam penyakit tertentu, dan menemukan cara-cara yang mungkin untuk melawan munculnya penyakit dan penyebarannya dalam suatu populasi (Kumar & Agrawal, 2013).

2.2.3 Region Risk

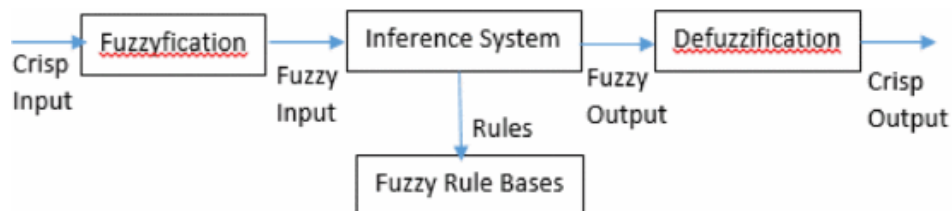
Risk region merupakan sebuah model penilaian terhadap risiko terkait dengan suatu wilayah tertentu. Penilaian ini salah satunya digunakan dalam bidang epidemiologi dan pengendalian penyakit seperti penyebaran penyakit menular. Model ini membantu dalam memahami karakteristik dinamis dari epidemi, sehingga memungkinkan penentuan risiko penularan penyakit berdasarkan lokasi geografis (Li, Lu, An, & Zhang, 2023). Dalam kasus penyakit demam berdarah, model risiko ini dapat dikembangkan dan diaplikasikan dalam pembuatan peta risiko yang mengklasifikasikan risiko penularan DBD di setiap wilayah. Peta ini yang nantinya akan digunakan sebagai alat pengawasan untuk memandu operasi pengendalian vektor (Ong, et al., 2018).

2.2.4 Fuzzy Model

Fuzzy modeling merupakan suatu metode pendekatan yang menggabungkan logika fuzzy dengan pemodelan matematis untuk membangun sistem prediksi. Sistem prediksi dibangun dengan mengekstrak aturan IF-THEN dari data input dan output mentah. Hal ini dapat dilakukan melalui dua langkah yaitu clustering dan spesifikasi relasi input-output (aturan IF-THEN) (Liu, Ren, Wang, Shan, & Wong, 2023).

2.2.4.1 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh dari Universitas California pada tahun 1965. Logika fuzzy digunakan untuk mengatasi situasi dimana konsep-konsepnya sulit diukur secara tepat dan cenderung samar. Oleh karena itu, dalam logika biner nilai-nilai fuzzy dibatasi pada dua keadaan yaitu salah (0) dan benar (1). Untuk memodelkan sistem fuzzy, terdapat himpunan fuzzy yang dianggap sebagai kelas, dimana sampel dari kumpulan data memiliki berbagai derajat keanggotaan dalam suatu kelas tertentu. Metode ini menggunakan kecerdasan buatan untuk membuat keputusan berdasarkan pemikiran manusia dalam memproses satu atau banyak input (Djuris, Ibrić, & Zorica, 2013). Gambar 2.2 menunjukkan arsitektur sistem logika fuzzy yang dibagi menjadi tiga tahap, yaitu fuzzifikasi, pemrosesan fuzzy, dan defuzzifikasi.



Gambar 2.2 Arsitektur sistem logika fuzzy (Mufid, et al., 2018)

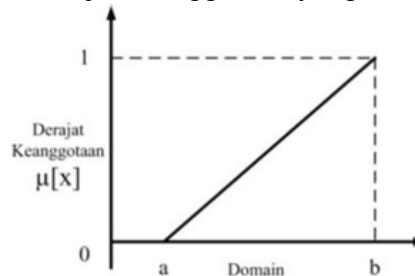
2.2.4.2 Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Fungsi keanggotaan adalah sebuah kurva yang menggambarkan pemetaan titik-titik data input kedalam nilai derajat keanggotaan, yang berada dalam interval nol hingga satu. Salah satu

metode yang bisa digunakan untuk menentukan nilai keanggotaan adalah menggunakan pendekatan fungsi. Terdapat beberapa representasi pendekatan fungsi keanggotaan *fuzzy* yaitu representasi linear, segitiga, trapesium, lonceng, dan kurva S. Namun dalam kebanyakan logika fuzzy, fungsi segitiga adalah representasi yang paling umum digunakan karena efisiensi komputasinya (Arslan dan Kaya, 2001).

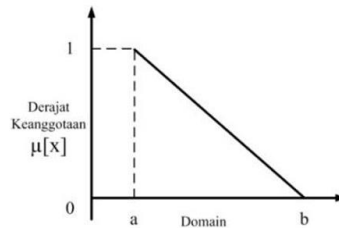
a. Representasi Linear

Dalam fungsi linear, hubungan input dan derajat keanggotaannya digambarkan dengan suatu garis lurus. Terdapat dua jenis fungsi linear, yaitu linear naik dan linear turun. Fungsi linear naik ditunjukkan pada Gambar 2.3, dimana peningkatan himpunannya dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan nol (0) dan bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih tinggi.



Gambar 2.3 Fungsi linear naik (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)

Sedangkan fungsi linear turun, garisnya dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi dan bergerak ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih rendah. Hal ini digambarkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Fungsi linear turun (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)

b. Representasi Kurva Segitiga (Triangular function)

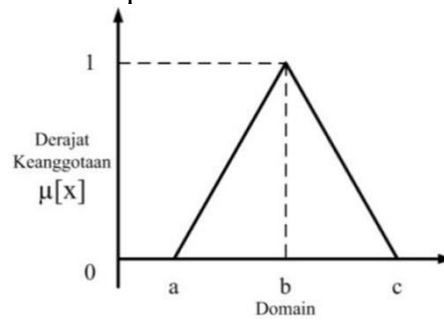
Fungsi kurva segitiga adalah gabungan antara dua garis yang ditentukan dengan tiga parameter {a, b, c} dengan aturan Persamaan 2.1

$$\text{Segitiga } (x; a, b, c) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x - a)}{(b - a)} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{(c - x)}{(c - b)} & ; b \leq x \leq c \\ 0; & c \geq x \end{cases}$$

Persamaan 2.1 Rumus derajat keanggotaan segitiga

Sehingga $a < b < c$ menentukan koordinat x dari 3 sudut fungsi kurva segitiga.

Fungsi kurva segitiga dapat dilihat pada Gambar 2.5.



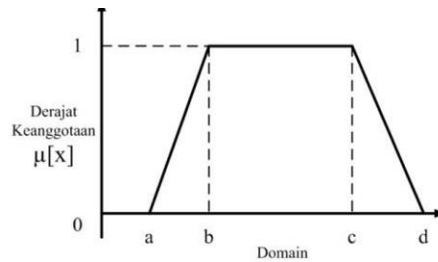
Gambar 2.5 Fungsi kurva segitiga (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)

c. Representasi Trapesium

Bentuk fungsi kurva trapesium hampir sama dengan kurva segitiga, namun kurva trapesium memiliki beberapa titik yang derajat keanggotaannya bernilai 1. Terdapat 4 parameter dalam kurva trapesium yaitu {a, b, c, d} dengan $a < b < c < d$. fungsi kurva trapesium dapat dilihat pada Persamaan 2.2 dan Gambar 2.6.

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

Persamaan 2.2 Rumus derajat keanggotaan trapesium



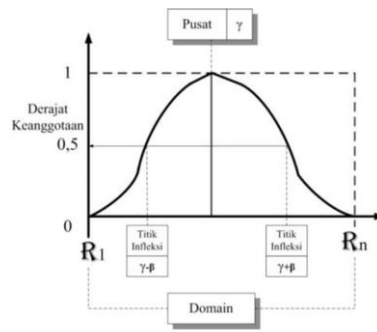
Gambar 2.6 Fungsi kurva trapesium (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)

d. Representasi Kurva Gauss

Pada kurva gauss menggunakan (y) yang menunjukkan nilai pusat kurva, dan (k) sebagai lebar kurva. Fungsi kurva gauss dapat dilihat pada Persamaan 2.3 dan Gambar 2.7.

$$G(x; k; y) = e^{-k(y-x)^2}$$

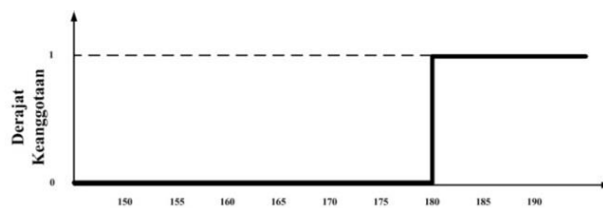
Persamaan 2.3 Rumus derajat keanggotaan kurva gauss



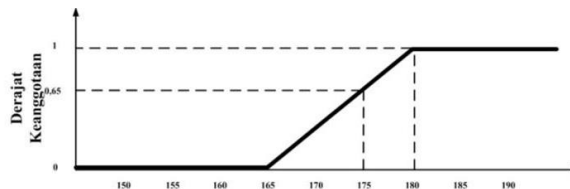
Gambar 2.7 Fungsi kurva gauss (sumber: (Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018))

2.2.4.3 Himpunan Fuzzy

Sebuah himpunan fuzzy merupakan sebuah kelas objek yang memiliki derajat keanggotaan yang bervariasi secara kontinu. Nilai himpunan fuzzy ditentukan dengan derajat keanggotaan yang nilainya antara nol hingga satu untuk setiap objek dalam himpunan. Sehingga nilai dari derajat keanggotaannya tidak terbatas pada nilai benar atau salah. (Zadeh, 1965). Sebelum adanya logika fuzzy, terdapat *crisp logic* yang disebut sebagai himpunan klasik. Himpunan ini mempunyai nilai yang tegas yaitu benar (1) atau salah (0). Contoh perbedaan himpunan fuzzy dan himpunan klasik dapat dilihat pada Gambar 2.8 dan Gambar 2.9.



Gambar 2.8 Himpunan Klasik Orang Tinggi (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)



Gambar 2.9 Himpunan Fuzzy Orang Tinggi (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)

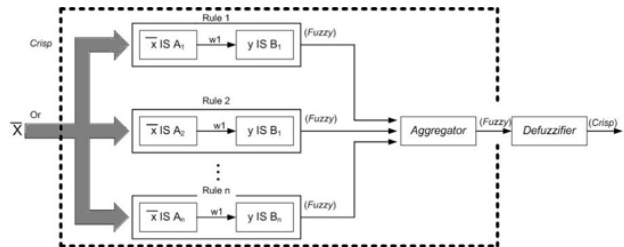
Contoh himpunan fuzzy pada Gambar 2.9 menunjukkan bahwa orang yang memiliki tinggi 175 cm, bisa menjadi anggota himpunan orang tinggi dengan derajat keanggotaan 0,65 atau (175 cm, 0,65). Sementara pada himpunan klasik, orang yang memiliki tinggi 175 cm bukanlah anggota dari himpunan orang tinggi karena terdapat batas yang jelas (Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018).

2.2.4.4 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy adalah kerangka komputasi yang berdasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy JIKA-MAKA, dan penalaran fuzzy. Struktur dasar dari sistem inferensi fuzzy terdiri dari tiga konsep, yaitu :

- a. *Rule base* mengandung aturan fuzzy IF-ELSE

- b. Basis data (Database) yang menentukan fungsi keanggotaan untuk dipakai dalam aturan fuzzy.
- c. Mekanisme penalaran yang melakukan proses pengambilan keputusan berdasarkan aturan dan fakta yang diberikan untuk menghasilkan keluaran atau kesimpulan.



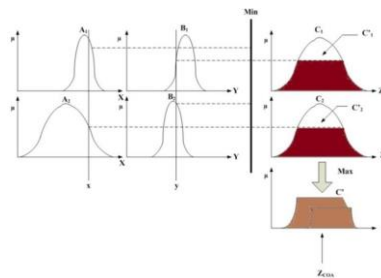
Gambar 2.10 Diagram blok sistem inferensi fuzzy (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)

Untuk menggunakan *Fuzzy Inference System*, diperlukan tiga tahapan. Pertama, data dimasukkan dan diubah menjadi nilai samar melalui proses fuzzifikasi. Setelah data difuzzifikasi, dilanjutkan dengan pengolahan menggunakan sistem inferensi. Hasilnya kemudian dikonversi kembali menjadi angka melalui proses defuzzifikasi (Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018). Sistem Inferensi Fuzzy memiliki beberapa model, salah satunya adalah model Fuzzy Mamdani yang akan digunakan pada tugas akhir ini.

2.2.4.4.1 Mamdani Inference System

Model Mamdani diperkenalkan pertama kali oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 (Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018). Model ini sering disebut sebagai metode *Max-Min* yang terdiri dari empat tahapan yaitu :

1. Pembentukan himpunan fuzzy (fuzzifikasi)
Pada model Mamdani, variabel input dan outputnya dapat dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Penggunaan fungsi implikasi
Fungsi implikasi yang digunakan dalam Model Mamdani adalah fungsi min.
3. Penarikan kesimpulan
Jika sistem memiliki beberapa aturan, maka inferensinya diperoleh dari kumpulan dan juga korelasi antar aturan. Terdapat tiga metode yang digunakan untuk melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu *additive*, *max*, dan *probabilistic OR* atau *PROBOR*.
4. Defuzzifikasi
Pada model Mamdani, defuzzifikasi dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu : *Centroid*, *Mean of Maximum*, *Bisektor*, *Smallest of Maximum* atau *Largest of Maximum*. Ilustrasi terkait defuzzifikasi model Mamdani dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Defuzzifikasi Model Mamdani (sumber: Setiawan, Yanto, & Yasdomi, 2018)

Pada penilitan ini digunakan metode defuzzifikasi *centroid*, yaitu dengan mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy. Secara umum metode *centroid* untuk semesta kontinyu dirumuskan dalam persamaan (2.4), dan untuk semesta diskrit ditunjukkan dalam persamaan (2.5).

$$Z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \quad (2.4)$$

$$Z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (2.5)$$

dimana

z : variabel output

z^* : titik pusat dari area output

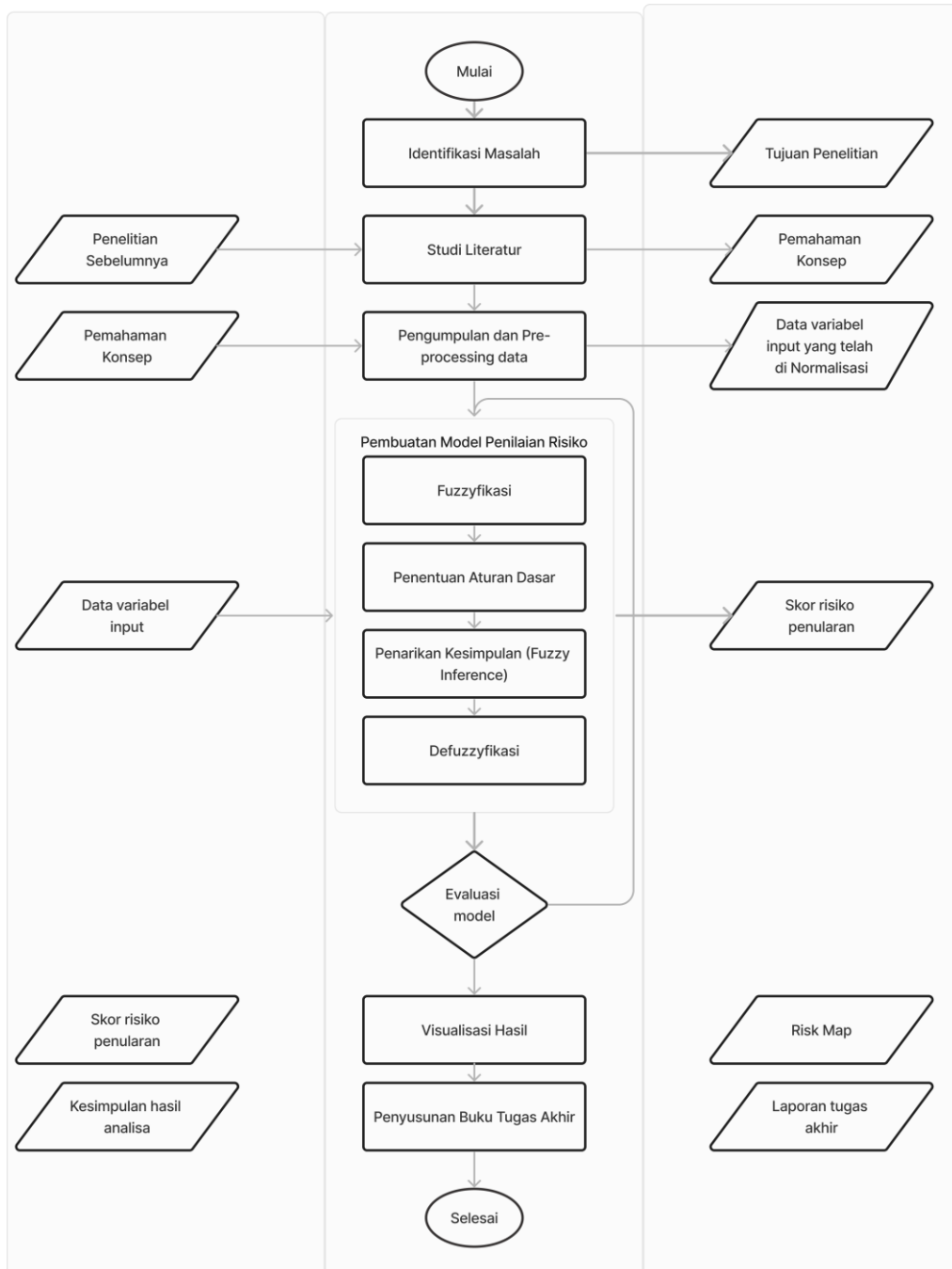
$\mu(z)$: fungsi keanggotaan variabel output

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini mencakup metodologi yang akan digunakan untuk menyelesaikan pengerjaan tugas akhir.

3.1 Urutan pelaksanaan penelitian

Pada Gambar 3.1 menunjukkan diagram metodologi penyusunan tugas akhir



Gambar 3.1 Diagram metodologi tugas akhir

3.2 Uraian metodologi

Dalam sub bab ini, setiap tahapan dalam pelaksanaan metodologi akan dijelaskan lebih detail.

3.2.1 Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan tahap untuk melakukan pengamatan pada lingkungan sekitar, dan menganalisis permasalahan yang terjadi. Kemudian memilih salah satu dari banyak permasalahan yang diamati untuk dijadikan sebagai fokus penelitian.

3.2.2 Studi Literature

Pada tahap studi literatur dilakukan pencarian informasi yang relevan terkait fokus penelitian atau topik yang diangkat dalam tugas akhir. Benchmarking terhadap penelitian terdahulu juga dilakukan untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangannya. Sehingga dapat memberikan dasar yang kuat untuk pengerjaan tugas akhir. Tahap ini dimulai dengan mencari informasi terkait kasus demam berdarah di Kabupaten Malang, kemudian mencari referensi mengenai penggunaan metode Fuzzy Inference System sebagai model penilaian risiko.

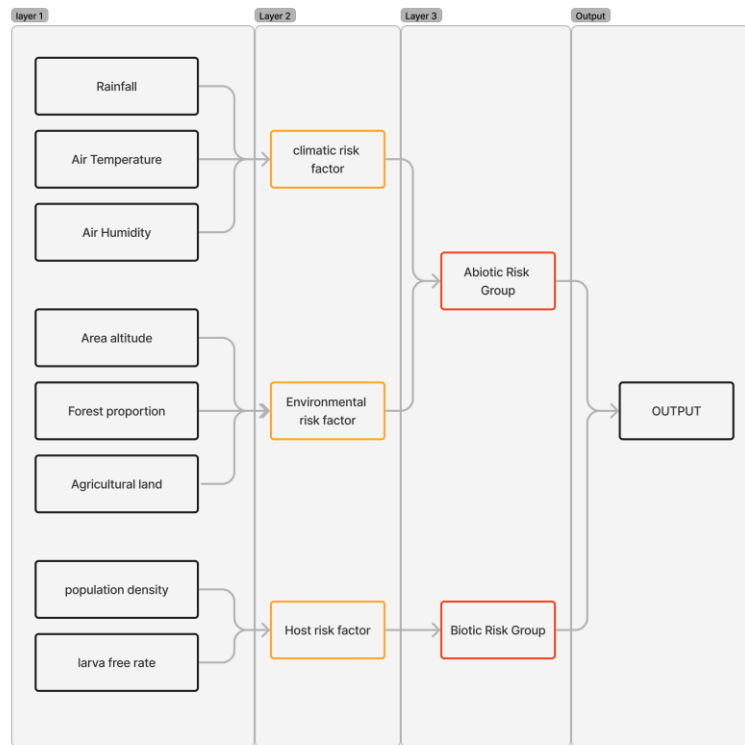
3.2.3 Pengumpulan dan Pre-Processing Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data berdasarkan variabel yang telah dipilih untuk input dalam proses pengerjaan tugas akhir. Kemudian setelah dikumpulkan, akan dilakukan pre-processing dengan melakukan normalisasi data di setiap bagian wilayah Malang untuk perbandingan. Formula yang digunakan adalah normalisasi min-max, dengan skala nilai dari [0-100] berdasarkan nilai tertinggi dalam setiap kelompok variabel dengan rumus berikut.

$$x' = \left(\frac{x}{\max(x)} \right) \times 100$$

3.2.4 Pembuatan Model Penilaian Risiko

Pada tahap ini dilakukan pembuatan model penilaian risiko menggunakan *fuzzy inference system*. Metode yang digunakan pada model fuzzy ini adalah metode hierarkis yaitu penggunaan dua input dan satu output. Pembuatan model fuzzynya menggunakan tiga layer, dimana layer pertama berisi input variable dan diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok berdasarkan karakteristiknya di layer kedua, setelah itu di layer ketiga terdapat kelompok risiko 1 (kelompok faktor abiotik) dan kelompok risiko 2 (kelompok faktor biotik). Struktur dari fuzzy modelnya ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.** Kemudian tools yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah fuzzy toolbox dalam perangkat lunak MATLAB.



Gambar 3.2 Struktur Fuzzy Model

3.2.4.1 Fuzzyfikasi

Pada tahap ini dilakukan pemetaan nilai input ke dalam fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy. Fungsi keanggotaan dan set fuzzy yang digunakan disesuaikan dengan dataset. Domain dari himpunan tersebut akan disesuaikan dengan rentang nilai dari masing-masing variabel. Selain itu, fungsi keanggotaan dari setiap variabel akan dibuat dan diwakili oleh kurva linear turun (untuk himpunan fuzzy rendah), kurva linear naik (untuk himpunan fuzzy tinggi), dan kurva segitiga/trapesium (untuk himpunan fuzzy normal).

3.2.4.2 Aturan Dasar

Dalam tahap ini, aturan dasar fuzzy dibuat berdasarkan setiap pasangan variabel input dan output yang menghasilkan aturan dalam bentuk implikasi "Jika...Maka...". Setelah itu, derajat keanggotaan akan dihitung menggunakan fungsi fuzzy pada aplikasi Matlab. Aturan-aturan ini dibuat berdasarkan pengetahuan para ahli dan penelitian sebelumnya yang telah dirangkum dalam Table 2.4, kemudian dari landasan teori tersebut akan digunakan untuk menghasilkan aturan dasar fuzzy.

3.2.4.3 Penarikan Kesimpulan

Tahap ini melibatkan sistem menalar nilai input untuk menentukan nilai output sebagai bentuk pengambilan keputusan. Nilai input berasal dari proses fuzzyfikasi sebelumnya. Metode inference system yang digunakan adalah *Mamdani Inference System* dengan fungsi min (minimum) dalam persamaan berikut.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

3.2.4.4 Defuzzyfikasi

Pada tahap defuzzyfikasi, dilakukan penggabungan semua output dari aturan menjadi satu himpunan fuzzy. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan nilai spesifik (crisp) dari agregasi aturan fuzzy menggunakan perhitungan centroid yang ditunjukkan dalam persamaan (2.2). Sehingga akan didapatkan skor risiko penularan setiap wilayah Kabupaten Malang.

3.2.5 Evaluasi Model

Setelah dilakukan penilaian risiko menggunakan fuzzy, selanjutnya dilakukan evaluasi model yang telah dibuat dengan membandingkan hasil keluaran model fuzzy dengan aturan yang telah dibuat berdasarkan data dan referensi. Sehingga dilakukan pencocokan antara nilai derajat keanggotaan untuk setiap variabel input, aturan fuzzy, hingga hasil akhir berupa kategori dari fungsi keanggotaannya. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai apakah model yang dibuat memberikan hasil yang konsisten dengan logika yang diharapkan. Jika terdapat ketidaksesuaian antara hasil keluaran model dengan aturan atau data yang ada, maka perlu dilakukan perbaikan pada aturan fuzzy atau penyesuaian terhadap parameter yang digunakan dalam model tersebut.

3.2.6 Visualisasi Hasil

Pada tahap ini, akan dilakukan visualisasi dari angka risiko penularan demam berdarah. Tingkat risikonya akan dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu RG 1 (low), RG 2 (medium), dan RG 3 (high). Tools yang digunakan adalah perangkat lunak Power BI untuk mendapatkan hasil pemetaan risiko pada peta wilayah kabupaten Malang. Data yang didapatkan adalah batas wilayah desa/kelurahan dan kabupaten/kota, sehingga akan dilakukan *group shape* pada batas wilayah desa terlebih dahulu untuk mendapatkan bentuk peta pada setiap kecamatan.

3.2.7 Penyusunan Tugas Akhir

Setelah dilakukan evaluasi dan visualisasi, maka dilakukan penulisan laporan tugas akhir sebagai bentuk dokumentasi terhadap proses pengerjaan dari awal hingga mendapatkan hasil Tugas Akhir.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan setelah dilakukan percobaan dari rancangan Tugas Akhir yang telah dibuat. Hasil yang akan dijelaskan adalah hasil uji coba model, hingga evaluasi model.

4.1 Hasil Penelitian

Pada sub bab ini akan dijelaskan lebih detail mengenai hasil percobaan, mulai dari pengumpulan data hingga uji coba.

4.1.1 Pengumpulan dan Pre-Processing Data

Data didapatkan dari Dinas Kesehatan dan Buku Profile Sumber Daya Alam Kabupaten Malang tahun 2022. Terdapat lima variabel data yang didapatkan dari Dinas Kesehatan seperti suhu, curah hujan, kelembapan udara, kepadatan penduduk dan ABJ (Angka Bebas Jentik) serta jumlah kasus. Data masing-masing variabel tersebut tersedia di 39 puskesmas dalam periode bulanan. Kemudian untuk tiga variabel lainnya yaitu ketinggian wilayah, proporsi hutan dan luas lahan pertanian didapatkan dari Buku Profile Kabupaten Malang yang tersedia dalam setiap kecamatan. Namun, data kecamatan yang memiliki lebih dari satu puskesmas perlu digabungkan sehingga jumlahnya akan sesuai dengan jumlah kecamatan sejumlah 33 area. Hasil dari pengumpulan data yang telah dilakukan dapat dilihat pada Table 4.1.

Table 4.1 Hasil Pengumpulan Data

| Data | Periode | Tahun | Satuan |
|----------------------|---------|-------------|----------------------|
| Curah Hujan | Bulanan | 2015 - 2023 | Milimeter |
| Suhu | Bulanan | 2015 - 2023 | Derajat Celcius |
| Kelembapan Udara | Bulanan | 2015 - 2023 | Persen |
| Ketinggian Wilayah | Tahunan | 2022 | Mdpl |
| Proporsi Hutan | Tahunan | 2021 | Persen |
| Luas Lahan Pertanian | Tahunan | 2022 | Hektar |
| Kepadatan Penduduk | Tahunan | 2015 - 2023 | Jiwa/km ² |
| Angka Bebas Jentik | Tahunan | 2015 - 2023 | Persen |

Selanjutnya dilakukan pengelompokan data ke dalam tiga bagian berdasarkan ketinggian wilayahnya. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016 tentang Pedoman Penyusunan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim, dataran terbagi menjadi dataran rendah dengan ketinggian (0 - 400 mdpl), dataran sedang (400 - 700 mdpl), dataran tinggi (> 700 mdpl). Namun dikarenakan hanya ada dua kecamatan yang termasuk dalam dataran tinggi, maka dalam Tugas Akhir ini parameter untuk dataran tinggi diturunkan menjadi (> 600 mdpl). Sehingga berikut merupakan pembagian kelompok dataran yang digunakan :

1. Dataran Tinggi = kelompok pertama merupakan data kecamatan yang memiliki ketinggian wilayah diatas 600 mdpl.

2. Dataran Sedang = kelompok kedua merupakan data kecamatan yang memiliki ketinggian wilayah 400 – 600 mdpl.
3. Dataran Rendah = kelompok ketiga merupakan data kecamatan yang memiliki ketinggian wilayah dibawah 400 mdpl.

Hasil dari pembagian wilayah dapat dilihat pada Table 4.2, Table 4.3 dan Table 4.4 berikut ini

Table 4.2 Kelompok Dataran Rendah

| No | Kecamatan | Ketinggian (MDPL) | Kelompok |
|----|--------------|-------------------|----------------|
| 1 | Bantur | 317 | Dataran Rendah |
| 2 | Gondanglegi | 360 | Dataran Rendah |
| 3 | Kalipare | 303 | Dataran Rendah |
| 4 | Kasembon | 239 | Dataran Rendah |
| 5 | Kepanjen | 336 | Dataran Rendah |
| 6 | Kromengan | 329 | Dataran Rendah |
| 7 | Ngajum | 372 | Dataran Rendah |
| 8 | Pagelaran | 339 | Dataran Rendah |
| 9 | Pakisaji | 395 | Dataran Rendah |
| 10 | Sumberpucung | 304 | Dataran Rendah |
| 11 | Turen | 391 | Dataran Rendah |

Table 4.3 Kelompok Dataran Sedang

| No | Kecamatan | Ketinggian (MDPL) | Kelompok |
|----|---------------|-------------------|----------------|
| 1 | Ampelgading | 516 | Dataran Sedang |
| 2 | Bululawang | 406 | Dataran Sedang |
| 3 | Dampit | 427 | Dataran Sedang |
| 4 | Dau | 583 | Dataran Sedang |
| 5 | Donomulyo | 423 | Dataran Sedang |
| 6 | Gedangan | 494 | Dataran Sedang |
| 7 | Jabung | 519 | Dataran Sedang |
| 8 | Lawang | 501 | Dataran Sedang |
| 9 | Pagak | 521 | Dataran Sedang |
| 10 | Pakis | 490 | Dataran Sedang |
| 11 | Singosari | 494 | Dataran Sedang |
| 12 | Sumbermanjing | 598 | Dataran Sedang |
| 13 | Tajinan | 497 | Dataran Sedang |
| 14 | Tirtoyudo | 594 | Dataran Sedang |
| 15 | Wagir | 544 | Dataran Sedang |
| 16 | Wajak | 513 | Dataran Sedang |

Table 4.4 Kelompok Dataran Tinggi

| No | Kecamatan | Ketinggian (MDPL) | Kelompok |
|----|-------------|-------------------|----------------|
| 1 | Karangploso | 630 | Dataran Tinggi |
| 2 | Ngantang | 651 | Dataran Tinggi |
| 3 | Poncokusumo | 685 | Dataran Tinggi |
| 4 | Pujon | 1157 | Dataran Tinggi |
| 5 | Tumpang | 607 | Dataran Tinggi |
| 6 | Wonosari | 773 | Dataran Tinggi |

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka dilakukan normalisasi. Formula yang digunakan adalah normalisasi min-max, dengan skala nilai dari [0-100] dimana nilai $max(x)$ diambil berdasarkan nilai tertinggi dari keseluruhan data dalam setiap kelompok variabel dengan rumus berikut.

$$x' = \left(\frac{x}{max(x)} \right) \times 100$$

Dari keseluruhan data historis bulanan yang ada di Table 4.1 didapatkan nilai maksimum untuk setiap variabel yang ditunjukkan pada Table 4.5 dibawah ini.

Table 4.5 Nilai maksimum setiap variabel

| Data | Nilai Maksimum |
|--------------------|-------------------|
| curah_hujan | 898.7233333333332 |
| suhu | 27.81 |
| kelembapan | 88.84 |
| ketinggian_wilayah | 1157 |
| proporsi_hutan | 76.84 |
| lahan_pertanian | 2969 |
| kepadatan_penduduk | 2850.261096605744 |
| ABJ | 100 |

Selanjutnya seluruh data dinormalisasi sesuai variabel masing-masing dan dikelompokkan dalam tiga dataran dalam format bulanan. Sehingga hasilnya adalah data yang siap untuk diinput ke dalam model fuzzy, sebagai contoh yaitu Table 4.7 menunjukkan data bulan januari pada kelompok dataran rendah yang telah dinormalisasi.

Table 4.6 data kelompok Dataran Rendah Januari sebelum dinormalisasi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ | Puskesmas |
|-------------|-------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|-------|--------------|
| 6.98 | 25.92 | 84 | 317 | 27.62 | 1253 | 480.74 | 87.97 | Bantur |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 360 | 0 | 2969 | 1097.17 | 87.76 | Gondanglegi |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 303 | 19.03 | 2907 | 646.94 | 88.20 | Kalipare |
| 7.45 | 24.20 | 81.81 | 239 | 55.42 | 715 | 555.85 | 84.61 | Kasembon |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 336 | 0 | 2152 | 2404.43 | 86.63 | Kepanjen |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 329 | 0 | 1522 | 1099.92 | 79.58 | Kromengan |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 372 | 12 | 1692 | 873.07 | 93.78 | Ngajum |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 339 | 0 | 2650 | 1612.46 | 72.80 | Pagelaran |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 395 | 0 | 1458 | 2412.21 | 93.88 | Pakisaji |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 304 | 14.89 | 1692 | 1610.47 | 77.41 | Sumberpucung |
| 6.98 | 25.92 | 84 | 391 | 0 | 2248 | 1910.94 | 96.10 | Turen |

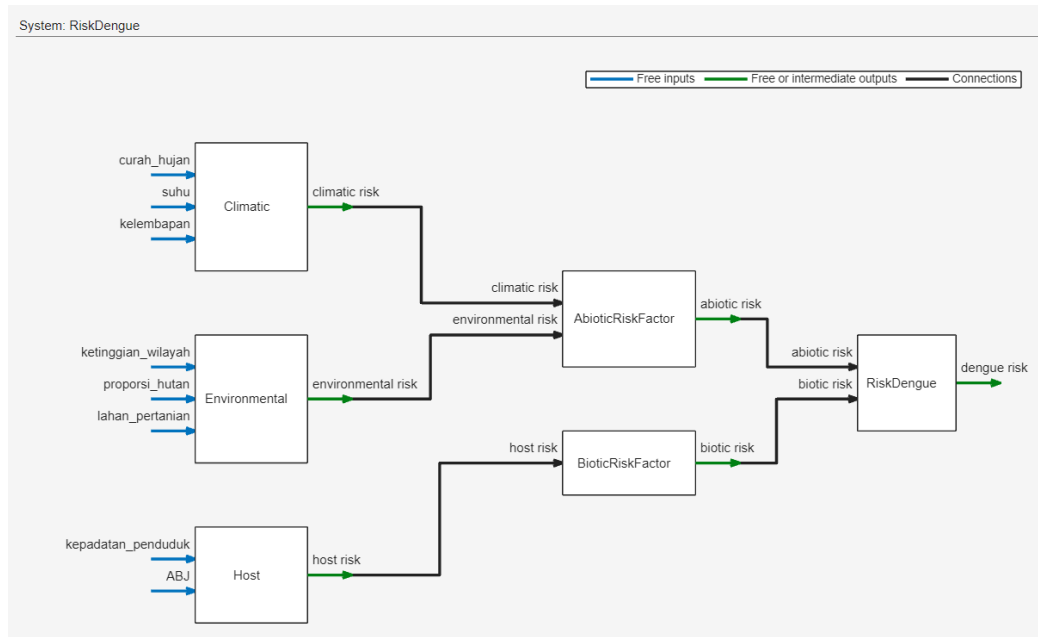
Table 4.7 data Dataran Rendah Januari setelah dilakukan normalisasi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.86636 | 87.97057 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.49352 | 87.75705 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.69757 | 88.20464 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.50162 | 84.61358 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.35832 | 86.63387 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.59023 | 79.5797 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.63125 | 93.77915 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.57233 | 72.79783 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 84.63121 | 93.88416 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.50267 | 77.41327 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.04435 | 96.10178 |

Format data pada table 4.6 dituliskan dengan format dua angka desimal untuk memperkecil tempat penulisan, namun dalam pengolahan datanya digunakan angka sebenarnya. Setelah ini dilakukan step selanjutnya yaitu pembuatan model fuzzy.

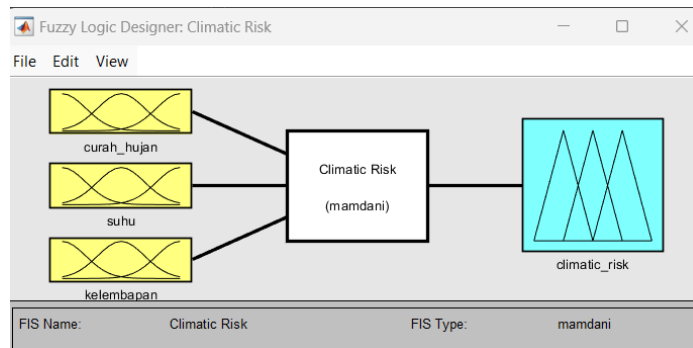
4.1.2 Pembuatan Model Penilaian Risiko

Pembuatan model penilaian risiko dilakukan menggunakan *Fuzzy Logic Designer* pada *APPS MATLAB*. Model dibuat menggunakan *custom FIS* dengan *Mamdani Type-1* yang terdiri dari enam *FIS*, delapan *input*, dan enam *output* yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Model Penilaian Risiko

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kotak persegi menggambarkan *Fuzzy Inference System*, dimana setiap *FIS* memiliki struktur model yang berbeda, salah satu contoh struktur model *FIS* pada *layer* satu untuk *climatic risk* dapat dilihat pada Gambar 4.2. Sehingga setiap *FIS* akan dihubungkan dengan garis *connection*. Rincian dari masing-masing garis koneksinya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 4.2 Struktur model climatic FIS

| PROPERTY EDITOR: CONNECTIONS | | |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | From | To |
| 1 | Climatic/climatic risk | AbioticRiskFactor/climatic risk |
| 2 | Environmental/environmental risk | AbioticRiskFactor/environmental risk |
| 3 | Host/host risk | BioticRiskFactor/host risk |
| 4 | AbioticRiskFactor/abiotic risk | RiskDengue/abiotic risk |
| 5 | BioticRiskFactor/biotic risk | RiskDengue/biotic risk |

Gambar 4.3 garis connection

Kemudian delapan input yang digunakan untuk penilaian risiko dapat dilihat pada gambar x.x, dan output yang dihasilkan dari model ini dapat dilihat pada gambar x.x.

| | FIS | Input |
|---|---------------|--------------------|
| 1 | Climatic | curah_hujan |
| 2 | Climatic | suhu |
| 3 | Climatic | kelembapan |
| 4 | Environmental | ketinggian_wilayah |
| 5 | Environmental | proporsi_hutan |
| 6 | Environmental | lahan_pertanian |
| 7 | Host | kepadatan_penduduk |
| 8 | Host | ABJ |

Gambar 4.4 input model

| Free Outputs | | | |
|--------------|------------|-------------|--------------------------|
| Tree Output | FIS | Output | Unused Output |
| 6 | RiskDengue | dengue risk | <input type="checkbox"/> |

| Connected Outputs | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Tree Output | FIS | Output | Intermediate Output |
| 1 | Climatic | climatic risk | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | Environmental | environmental risk | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 | Host | host risk | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4 | AbioticRiskFactor | abiotic risk | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | BioticRiskFactor | biotic risk | <input checked="" type="checkbox"/> |

Gambar 4.5 output model

Pada gambar diatas terdapat connected output yang berarti outputnya digunakan sebagai input pada pada layer selanjutnya. Selanjutnya akan dijelaskan mengenai fuzzyfikasi dan cara penentuan aturan dasarnya.

4.1.2.1 Fuzzyfikasi

Setelah dilakukan pembuatan model, maka setiap input dan output dari model tersebut ditentukan fungsi keanggotaannya (MF) menggunakan Fuzzy C-Means (FCM) Clustering karena FCM memiliki fleksibilitas yang lebih besar dalam pengelompokannya, sehingga satu nilai data dapat menjadi anggota dari beberapa cluster dengan derajat keanggotaan yang berbeda. Pada fuzzyfikasi ini akan ada dua skenario penggunaan bentuk fungsi keanggotaan.

- **Skenario 1**

Semua variabel dibagi ke dalam tiga cluster dan menggunakan *triangular membership function* karena fungsi segitiga adalah aplikasi yang paling umum dalam logika fuzzy dan komputasinya yang efisien (Arslan and Karya dalam Liu, Ren, Wang, Shan, & Wong, 2023). Hasil pembagian tiga clusternya dapat dilihat pada Table 4.8.

Table 4.8 Hasil clustering tiga cluster

| Variable | Cluster | Mean | Std | Min | Max |
|--------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| suhu | 1 | 81.62211 | 1.934171 | 77.88565 | 84.51358 |
| suhu | 2 | 87.35961 | 1.623022 | 84.64581 | 90.47105 |
| suhu | 3 | 93.77251 | 1.801349 | 90.64969 | 100 |
| kelembapan | 1 | 81.9339 | 3.39607 | 69.82215 | 85.58082 |
| kelembapan | 2 | 89.24968 | 1.816856 | 85.77217 | 92.22197 |
| kelembapan | 3 | 95.00339 | 1.691431 | 92.25574 | 100 |
| curah_hujan | 1 | 0.352786 | 0.311839 | 0 | 0.919527 |
| curah_hujan | 2 | 1.435477 | 0.421235 | 0.931321 | 2.953078 |
| curah_hujan | 3 | 45.45989 | 23.63597 | 33.18151 | 100 |
| kepadatan_penduduk | 1 | 22.02719 | 7.284633 | 11.15231 | 33.68849 |
| kepadatan_penduduk | 2 | 49.01 | 8.29338 | 35.19186 | 65.45209 |
| kepadatan_penduduk | 3 | 82.26696 | 8.182652 | 65.55202 | 100 |
| ABJ | 1 | 59.13833 | 12.47274 | 0 | 70.22331 |
| ABJ | 2 | 81.61986 | 4.165781 | 70.31206 | 87.14044 |
| ABJ | 3 | 92.52265 | 3.728416 | 87.14286 | 100 |
| ketinggian_wilayah | 1 | 31.09958 | 4.282976 | 20.65687 | 36.90579 |
| ketinggian_wilayah | 2 | 49.14934 | 6.567589 | 42.35091 | 66.81072 |
| ketinggian_wilayah | 3 | 100 | 0 | 100 | 100 |
| proporsi_hutan | 1 | 4.335255 | 6.509425 | 0 | 15.61687 |
| proporsi_hutan | 2 | 34.50658 | 10.29608 | 19.37793 | 54.08641 |
| proporsi_hutan | 3 | 85.03674 | 12.9694 | 67.54295 | 100 |
| lahan_pertanian | 1 | 22.66501 | 6.304728 | 13.70832 | 33.04143 |
| lahan_pertanian | 2 | 47.73208 | 6.943872 | 37.95891 | 58.30246 |
| lahan_pertanian | 3 | 81.19278 | 12.14626 | 67.93533 | 100 |

Dari hasil pembagian clustering, parameter fungsi keanggotaannya diambil dari nilai minimal, mean dan maksimal, karena triangular membership function memiliki 3 titik. Titik pertama diambil dari nilai maksimal cluster sebelumnya, titik puncak diambil dari

mean pada cluster tersebut, dan titik akhir diambil dari nilai minimal cluster selanjutnya. Misalnya dalam mencari parameter untuk cluster dua, titik pertama mengambil dari nilai max cluster satu dan titik ketiga mengambil nilai min cluster tiga. Sehingga nilai cluster yang berada di antara titik satu dan titik tiga adalah anggota dari cluster dua, sedangkan nilai yang berada tepat pada titik satu dan tiga bukanlah anggota dari cluster dua. Hasil pembagian parameter pada membership function dapat dilihat pada Table 4.9.

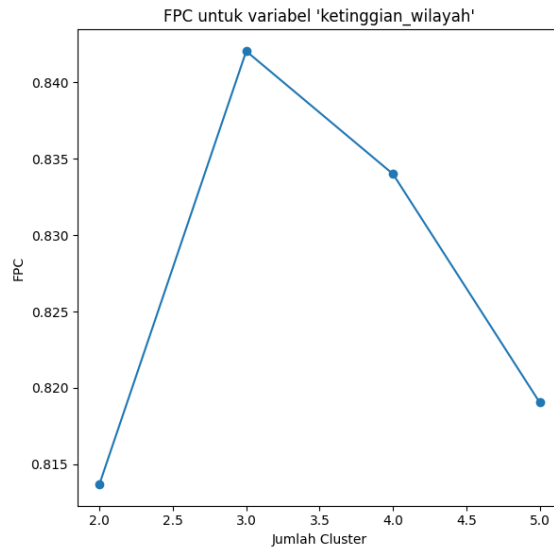
Table 4.9 Hasil pembagian parameter MF tiga cluster

| Variabel | MF | Triangular | | |
|--------------------|--------|------------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 0 |
| curah hujan | low | 0 | 0.35 | 0.93 |
| | medium | 0.92 | 1.44 | 33.18 |
| | high | 2.95 | 45.46 | 100 |
| suhu | low | 0 | 81.62 | 84.65 |
| | medium | 84.51 | 87.36 | 90.65 |
| | high | 90.47 | 93.77 | 100 |
| kelembapan | low | 0 | 81.93 | 85.77 |
| | medium | 85.58 | 89.25 | 92.26 |
| | high | 92.22 | 95 | 100 |
| ketinggian wilayah | low | 0 | 31.10 | 42.35 |
| | medium | 36.91 | 49.15 | 100 |
| | high | 66.81 | 100 | 100 |
| proporsi hutan | low | 0 | 4.34 | 19.38 |
| | medium | 15.62 | 34.51 | 67.54 |
| | high | 54.09 | 85.04 | 100 |
| lahan pertanian | low | 0 | 22.67 | 37.96 |
| | medium | 33.04 | 47.73 | 67.94 |
| | high | 58.30 | 81.19 | 100 |
| kepadatan penduduk | low | 0 | 22.03 | 35.19 |
| | medium | 33.69 | 49.01 | 65.55 |
| | high | 65.45 | 82.27 | 100 |
| ABJ | low | 0 | 59.14 | 70.31 |
| | medium | 70.22 | 81.62 | 87.14 |
| | high | 87.14 | 92.52 | 100 |

- **Skenario 2**

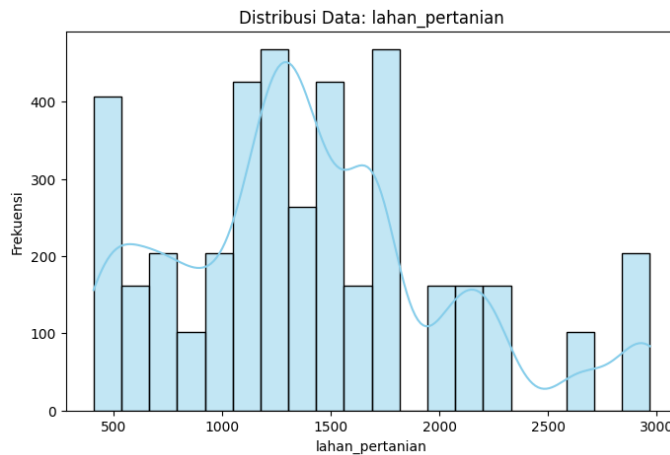
Setiap variabel dibagi ke dalam cluster acak dengan rentang jumlah cluster dua hingga lima, dimana cluster terbaik diidentifikasi dari nilai Fuzzy Partition Coefficient (FPC) nya. Salah satu hasil pembagian cluster pada variabel “ketinggian_wilayah” adalah tiga, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.6 FPC untuk variabel 'ketinggian_wilayah' Gambar

4.6 dimana nilai FPC tertinggi berada pada pembagian tiga cluster. Untuk hasil evaluasi FPC selengkapnya terdapat pada LAMPIRAN C.

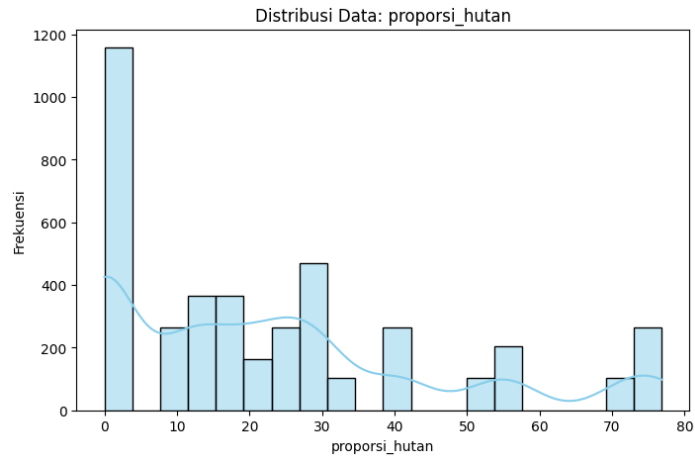


Gambar 4.6 FPC untuk variabel 'ketinggian_wilayah'

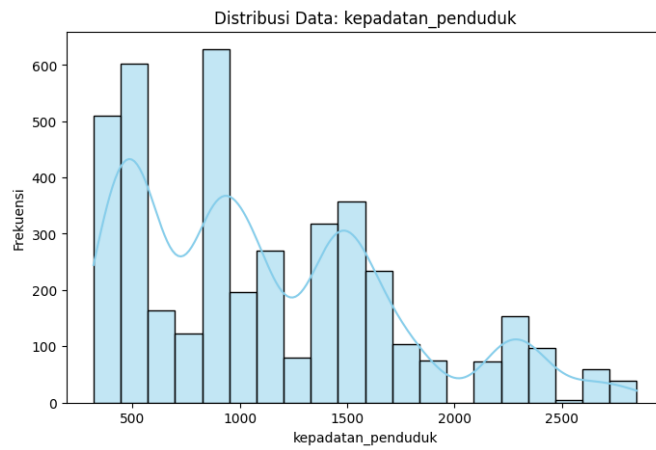
Kemudian bentuk fungsi keanggotannya disesuaikan dengan distribusi data dari masing-masing variabel. Distribusi data dapat dilihat menggunakan histogram untuk mengestimasi fungsi distribusi probabilitas (pdf) data dengan menggunakan teknik *kernel density estimation* (KDE) (Civanlar & Trussell, 1986). Sehingga setelah menggambar histogram dan garis KDE, dapat diperkirakan bentuk membership function yang sesuai dengan karakteristik distribusi data yang terlihat. Pada Gambar 4.7, garis KDE memiliki beberapa bentuk puncak yang tidak simetris dengan rentang yang cukup sempit sehingga data ini cocok untuk menggunakan bentuk fungsi keanggotaan segitiga. Selanjutnya pada Gambar 4.8, puncak clusternya didominasi oleh garis datar sehingga lebih sesuai untuk menggunakan fungsi keanggotaan trapesium. Sedangkan data kepadatan penduduk pada Gambar 4.9, garis KDE nya menyerupai distribusi normal atau berbentuk simetris dengan puncak ditengah, sehingga sesuai dengan bentuk fungsi keanggotaan gaussian.



Gambar 4.7 Distribusi data lahan pertanian



Gambar 4.8 Distribusi data proporsi hutan



Gambar 4.9 Distribusi data kepadatan penduduk

Hasil pembagian cluster pada skenario dua dapat dilihat pada Table 4.10, setelah itu diidentifikasi parameternya menyesuaikan dengan bentuk fungsi keanggotaan. Sehingga dihasilkan fungsi keanggotaan segitiga untuk variabel curah hujan, ketinggian wilayah dan lahan pertanian yang dapat dilihat pada Table 4.11. Kemudian dihasilkan fungsi keanggotaan gaussian pada variabel suhu, kelembapan, kepadatan penduduk, dan ABJ pada Table 4.12. Dan yang terakhir adalah fungsi keanggotaan trapesium pada variabel proporsi hutan yang dapat dilihat pada Table 4.13. Fungsi keanggotaan bentuk trapesium mempunyai empat titik, sehingga terdapat dua titik fungsi keanggotaan yang bernilai satu, dimana nilainya diambil dari mean dikurangi dengan standar deviasi dan mean ditambah standar deviasi.

Table 4.10 Hasil clustering berdasarkan distribusi data

| Variable | Cluster | Mean | Std | Min | Max |
|------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| suhu | 1 | 85.96227 | 2.525929 | 77.88565 | 89.70394 |
| suhu | 2 | 93.37742 | 2.050304 | 89.78785 | 100 |
| kelembapan | 1 | 85.24323 | 3.824628 | 69.82215 | 89.56551 |
| kelembapan | 2 | 94.02286 | 2.296655 | 89.74561 | 100 |

| Variable | Cluster | Mean | Std | Min | Max |
|--------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| curah_hujan | 1 | 0.808242 | 0.64549 | 0 | 2.953078 |
| curah_hujan | 2 | 45.45989 | 23.63597 | 33.18151 | 100 |
| kepadatan_penduduk | 1 | 17.07987 | 3.418889 | 11.15231 | 25.26084 |
| kepadatan_penduduk | 2 | 33.78416 | 3.870736 | 25.32211 | 42.44746 |
| kepadatan_penduduk | 3 | 54.06789 | 5.572399 | 44.46014 | 68.01178 |
| kepadatan_penduduk | 4 | 83.78376 | 6.919848 | 74.57176 | 100 |
| ABJ | 1 | 65.60138 | 12.44918 | 0 | 78 |
| ABJ | 2 | 89.52616 | 5.440555 | 78.0639 | 100 |
| ketinggian_wilayah | 1 | 31.09958 | 4.282976 | 20.65687 | 36.90579 |
| ketinggian_wilayah | 2 | 49.14934 | 6.567589 | 42.35091 | 66.81072 |
| ketinggian_wilayah | 3 | 100 | 0 | 100 | 100 |
| proporsi_hutan | 1 | 16.79976 | 15.01047 | 0 | 43.53201 |
| proporsi_hutan | 2 | 76.07226 | 18.07232 | 51.69183 | 100 |
| lahan_pertanian | 1 | 20.48532 | 4.862271 | 13.70832 | 28.59549 |
| lahan_pertanian | 2 | 40.37314 | 4.284615 | 30.98686 | 44.59414 |
| lahan_pertanian | 3 | 54.18702 | 3.719142 | 49.10744 | 58.30246 |
| lahan_pertanian | 4 | 72.04446 | 3.191388 | 67.93533 | 75.71573 |
| lahan_pertanian | 5 | 95.72247 | 4.651527 | 89.25564 | 100 |

Table 4.11 Hasil pembagian parameter fungsi keanggotaan segitiga

| Variabel | MF | Triangular | | |
|--------------------|---------------|------------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 0 |
| curah hujan | rendah | 0 | 1.22 | 8.22 |
| | tinggi | 7.53 | 16.07 | 100 |
| ketinggian wilayah | rendah | 0 | 31.10 | 42.35 |
| | sedang | 36.91 | 49.15 | 100 |
| | tinggi | 66.81 | 100 | 100 |
| lahan pertanian | sangat sempit | 0.00 | 20.49 | 30.99 |
| | sempit | 28.60 | 40.37 | 49.11 |
| | sedang | 44.59 | 54.19 | 67.94 |
| | luas | 58.30 | 72.04 | 89.26 |
| | sangat luas | 75.72 | 95.72 | 100 |

Table 4.12 Hasil pembagian parameter fungsi keanggotaan gaussian

| Variabel | MF | Gaussian | |
|------------|--------|-----------------|-------|
| | | SD (σ) | Mean |
| suhu | rendah | 2.53 | 85.96 |
| | tinggi | 2.05 | 93.38 |
| kelembapan | rendah | 3.82 | 85.24 |
| | tinggi | 2.30 | 94.02 |

| Variabel | MF | Gaussian | |
|--------------------|---------------|-----------------|-------|
| | | SD (σ) | Mean |
| kepadatan penduduk | sangat jarang | 3.42 | 17.08 |
| | jarang | 3.87 | 33.78 |
| | padat | 5.57 | 54.07 |
| | sangat padat | 6.92 | 83.78 |
| ABJ | rendah | 12.45 | 65.60 |
| | tinggi | 5.44 | 89.53 |

Table 4.13 Hasil pembagian parameter fungsi keanggotaan trapesium

| Variabel | MF | Trapezoidal | | | |
|----------------|--------|-------------|------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 1 | 0 |
| proporsi hutan | sempit | 0 | 1.79 | 31.81 | 51.69 |
| | luas | 43.53 | 58 | 94.14 | 100 |

Masing-masing MF memiliki rentang [0-100] dimana setiap batas atas, bawah dan nilai tengahnya dicari berdasarkan persebaran data menggunakan *Fuzzy C-Means*. Nilai MF ini sudah dinormalisasi dari nilai aslinya, karena menyesuaikan dengan data input yang juga telah dinormalisasi. Kode Program 4.2 dan Kode Program 4.1 adalah kode untuk melakukan clustering dengan dua skenario, dimana kode pertama membagi cluster kedalam tiga cluster “*n_cluster = 3*”, sedangkan kode kedua membagi cluster dalam rentang dua hingga lima “*n_clusters_range = range(2, 6)*”.

```
# Import Library
import numpy as np
import pandas as pd
import skfuzzy as fuzz
import matplotlib.pyplot as plt

data_all_clean = pd.read_excel('normalized_data_all_raw.xlsx')

# Loop untuk setiap kolom (variabel)
results = {}
for column in data_all_clean.columns:
    data = data_all_clean[column].values.reshape(1, -1)
    n_clusters_range = range(2, 6)
    fpcs = []
    cluster_centers_list = []
    for n_clusters in n_clusters_range:
        cntr, u, _, _, _, _, fpc = fuzz.cmeans(
            data,
            c=n_clusters,
            m=2,
            error=0.005,
            maxiter=1000,
            init=None
        )
    fpcs.append(fpc)
    cluster_centers_list.append(cntr)
    results[column] = (fpcs, cluster_centers_list)

# ...
```

Kode Program 4.1 Algoritma clustering berdasarkan persebaran data

```

# Import Library
import numpy as np
import pandas as pd
import skfuzzy as fuzz

data_all_clean = pd.read_excel('normalized_data_all_raw.xlsx')

results = {}
for column in data_all_clean.columns:
    data = data_all_clean[column].values.reshape(1, -1)

    # FCM dengan 3 clusters
    n_clusters = 3
    cntr, u, _, _, _, _, _ = fuzz.cmeans(
        data,
        c=n_clusters,
        m=2,
        error=0.005,
        maxiter=1000,
        init=None
    )

    # Keanggotaan Cluster
    membership = np.argmax(u, axis=0)

    # Menghitung Parameter Membership Function
    mf_params = []
    for cluster_idx in range(n_clusters):
        cluster_data = data[0][membership == cluster_idx]

        if len(cluster_data) > 0:
            # Hitung parameter MF
            mean = np.mean(cluster_data)
            std = np.std(cluster_data)
            min_val = np.min(cluster_data)
            max_val = np.max(cluster_data)

            mf_params.append({
                'mean': mean,
                'std': std,
                'min': min_val,
                'max': max_val
            })

    . . . . .

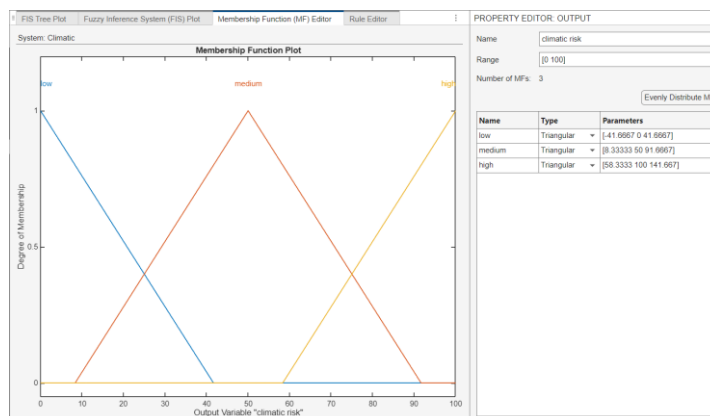
```

Kode Program 4.2 Algoritma clustering untuk tiga cluster

Sedangkan MF dari variabel outputnya didistribusi secara merata dan dilakukan secara otomatis dari *fuzzy tools*-nya. Hasil rentang MF setiap variabel output dapat dilihat pada Table 4.14, dan contoh dari salah satu grafik membershipnya dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Table 4.14 Membership function output

| Output | Label MF | Lower | Middle | Upper |
|--------------------|----------|---------|--------|---------|
| climatic risk | low | -41.667 | 0 | 41.6667 |
| | medium | 8.33333 | 50 | 91.6667 |
| | high | 58.3333 | 100 | 141.667 |
| environmental risk | low | -41.667 | 0 | 41.6667 |
| | medium | 8.33333 | 50 | 91.6667 |
| | high | 58.3333 | 100 | 141.667 |
| host risk | low | -41.667 | 0 | 41.6667 |
| | medium | 8.33333 | 50 | 91.6667 |
| | high | 58.3333 | 100 | 141.667 |
| abiotic risk | low | -41.667 | 0 | 41.6667 |
| | medium | 8.33333 | 50 | 91.6667 |
| | high | 58.3333 | 100 | 141.667 |
| biotic risk | low | -41.667 | 0 | 41.6667 |
| | medium | 8.33333 | 50 | 91.6667 |
| | high | 58.3333 | 100 | 141.667 |
| dengue risk | aman | -0.4167 | 0 | 0.41667 |
| | waspada | 0.08333 | 0.5 | 0.91667 |
| | awas | 0.58333 | 1 | 1.41667 |



Gambar 4.11 Grafik membership function dari climatic risk

Rentang membership function di atas adalah dari [0-100] dengan menggunakan tipe *triangular* membership function.

4.1.2.2 Aturan Dasar

Pembuatan aturan dasar dalam bentuk implikasi dibuat berdasarkan pengetahuan para ahli, ataupun penelitian sebelumnya yang menyebutkan parameter rentan penularan demam berdarah untuk setiap variabel yang terangkum pada Table 4.15, selanjutnya parameter ini disesuaikan dengan masing-masing rentang MF pada nilai persebaran data yang belum dinormalisasi seperti pada Table 4.16. Kemudian rules dibuat berdasarkan data dan referensi teori penelitian sebelumnya dengan tahapan, semua kemungkinan aturan dibuat terlebih dahulu, jika ada tiga kategori dengan tiga variabel, maka total aturan yang dibuat adalah 27. Kemudian dari aturan tersebut dihitung ada berapa kategori yang masuk ke dalam parameter rentan. Apabila ketiga variabel masuk kedalam parameter rentan maka bilai risikonya adalah high, jika jumlah parameter rentannya dua maka nilai risikonya medium, dan jika parameter rentannya hanya ada satu, maka nilai risikonya low seperti pada Table 4.17. Untuk contoh aturan atau implikasi yang digunakan pada MATLAB, dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Table 4.15 Angka parameter rentan

| Variabel | Parameter Rentan |
|--------------------|-----------------------------|
| Curah Hujan | 4,3 - 20 mm |
| Suhu | 26 - 30°C |
| Kelembapan Udara | 60 - 90% |
| Ketinggian Wilayah | 0-500 mdpl |
| Proporsi Hutan | Proporsi hutan rendah |
| Lahan Pertanian | Lahan pertanian luas |
| Kepadatan Penduduk | > 1000 jiwa/km ² |
| Angka Bebas Jentik | < 90% |

Table 4.16 Parameter rentan yang belum dinormalisasi

Parameter yang rentan dalam penularan demam berdarah

| | Curah Hujan (mm) | Suhu (°C) | Kelembapan (%) |
|--------|------------------|---------------|----------------|
| Low | 0 - 298.21 | 0 - 23.54 | 0 - 76.2 |
| Medium | 26.54 - 898.72 | 23.50 - 25.20 | 76.03 - 81.96 |
| High | 341.92 - 898.72 | 25.16 - 27.81 | 81.93 - 88.84 |

Table 4.17 Aturan dasar untuk climatic factor risk

| CLIMATIC FACTOR RULES BASE | | | | |
|----------------------------|-------------|--------|------------|--------|
| Rule | Curah Hujan | Suhu | Kelembapan | Risiko |
| 1 | Low | Low | Low | Low |
| 2 | Low | Low | Medium | Medium |
| 3 | Low | Low | High | Medium |
| 4 | Low | Medium | Low | Low |
| 5 | Low | Medium | Medium | Medium |
| 6 | Low | Medium | High | Medium |
| 7 | Low | High | Low | Medium |
| 8 | Low | High | Medium | High |
| 9 | Low | High | High | High |

System: Climatic

Add All Possible Rules Clear All Rules

| Rule | Weight | Name |
|------|--------|--------|
| 1 | 1 | rule1 |
| 2 | 1 | rule2 |
| 3 | 1 | rule3 |
| 4 | 1 | rule4 |
| 5 | 1 | rule5 |
| 6 | 1 | rule6 |
| 7 | 1 | rule7 |
| 8 | 1 | rule8 |
| 9 | 1 | rule9 |
| 10 | 1 | rule10 |
| 11 | 1 | rule11 |
| 12 | 1 | rule12 |
| 13 | 1 | rule13 |
| 14 | 1 | rule14 |
| 15 | 1 | rule15 |
| 16 | 1 | rule16 |
| 17 | 1 | rule17 |
| 18 | 1 | rule18 |
| 19 | 1 | rule19 |
| 20 | 1 | rule20 |
| 21 | 1 | rule21 |
| 22 | 1 | rule22 |

Gambar 4.12 Implikasi dari climatic risk

Detail untuk aturan dari masing-masing variabel pada setiap layer dapat dilihat pada LAMPIRAN A.

4.1.3 Uji Coba

Pada uji coba, data yang digunakan sebagai input didistribusi terlebih dahulu untuk setiap bulan dan dikelompokkan berdasarkan kelompok ketinggian. Kemudian data diurutkan sesuai variabel input, sehingga pada kolom1 berisi data curah hujan, kolom2 berisi data suhu, dan seterusnya. Sehingga data input untuk bulan januari bisa dilihat pada Table 4.18, Table 4.19, dan Table 4.20.

Table 4.18 Input januari pada dataran rendah

| curah_hujan | suhu | kelembapan | ketinggian_wilayah | proporsi_hutan | lahan_pertanian | kepadatan_penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.86636 | 87.97057 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.49352 | 87.75705 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.69757 | 88.20464 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.50162 | 84.61358 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.35832 | 86.63387 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.59023 | 79.5797 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.63125 | 93.77915 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.57233 | 72.79783 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 84.63121 | 93.88416 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.50267 | 77.41327 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.04435 | 96.10178 |

Table 4.19 Input januari pada dataran sedang

| curah_hujan | suhu | kelembapan | ketinggian_wilayah | proporsi_hutan | lahan_pertanian | kepadatan_penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.68662 | 88.34147 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.1589 | 91.2544 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.11909 | 82.42489 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.50904 | 82.24984 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.36155 | 86.57727 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.43826 | 87.63665 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.20753 | 88.26652 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.32972 | 73.48466 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.49394 | 93.19256 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.21351 | 88.15819 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.63006 | 92.10764 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.55357 | 89.60298 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.73935 | 77.79816 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.3142 | 73.05044 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.07675 | 92.06629 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.2606 | 98.40919 |

Table 4.20 input januari pada dataran tinggi

| curah_hujan | suhu | kelembapan | ketinggian_wilayah | proporsi_hutan | lahan_pertanian | kepadatan_penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.36171 | 56.00248 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.84258 | 92.22137 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.83104 | 96.7103 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.46666 | 88.93731 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.16663 | 92.89035 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.32719 | 84.64326 |

Untuk data input lain yang telah dinormalisasi dapat dilihat pada LAMPIRAN B. Kemudian data yang telah diimport di MATLAB dikonversi ke dalam array numerik menggunakan fungsi 'table2array' karena logika fuzzy memerlukan input berupa array, bukan tabel. Selanjutnya fungsi 'evalfis' akan mengevaluasi FIS (Fuzzy Inference System) menggunakan data input. Kode yang digunakan dapat dilihat pada Kode Program 4.3.

```
>> januari_dataran_rendah = table2array(januari);
>> output_januari_dataran_rendah = evalfis(RiskDengue, januari_dataran_rendah);
```

Kode Program 4.3 Kode untuk melakukan uji coba

Pada Table 4.21 Table 4.21 dan Table 4.22 adalah contoh hasil keluaran di bulan januari pada dataran rendah, dataran sedang dan dataran tinggi.

Table 4.21 output penilaian risiko fuzzy model dataran rendah januari skenario 1

| Kecamatan | Layer 2 | | Layer 3 | | | Final |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------|--------------|-------------|----------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Host Factors | Abiotic Risk | Biotic Risk | |
| Bantur | 86.44 | 13.56 | 13.56 | 50 | 23.27 | 0.359036 |
| Gondanglegi | 86.44 | 50 | 50 | 76.73 | 50 | 0.640964 |
| Kalipare | 86.44 | 50 | 13.56 | 76.73 | 23.27 | 0.5 |
| Kasembon | 50 | 13.56 | 50 | 23.27 | 50 | 0.359036 |
| Kepanjen | 86.44 | 50 | 86.44 | 76.73 | 76.73 | 0.727148 |
| Kromengan | 86.44 | 50 | 86.44 | 76.73 | 76.73 | 0.727148 |
| Ngajum | 86.44 | 50 | 13.56 | 76.73 | 23.27 | 0.5 |
| Pagelaran | 86.44 | 50 | 86.44 | 76.73 | 76.73 | 0.727148 |
| Pakisaji | 86.44 | 50 | 50 | 76.73 | 50 | 0.640964 |
| Sumberpucung | 86.44 | 13.61 | 86.44 | 50.02 | 76.73 | 0.640964 |
| Turen | 86.44 | 50 | 50 | 76.73 | 50 | 0.640964 |

Table 4.22 output penilaian risiko fuzzy model dataran rendah januari skenario 2

| Kecamatan | Layer 2 | | Layer 3 | | | Final |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------|--------------|-------------|--------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Host Factors | Abiotic Risk | Biotic Risk | |
| Bantur | 78.32 | 50.00 | 29.18 | 61.54 | 44.63 | 0.5189 |
| Gondanglegi | 78.32 | 50.00 | 35.10 | 61.54 | 47.79 | 0.5189 |
| Kalipare | 78.32 | 83.96 | 40.43 | 66.39 | 49.68 | 0.5511 |
| Kasembon | 47.23 | 14.83 | 35.34 | 29.30 | 47.89 | 0.4154 |
| Kepanjen | 78.32 | 50.00 | 53.25 | 61.54 | 50.00 | 0.5189 |
| Kromengan | 78.32 | 50.00 | 47.01 | 61.54 | 50.00 | 0.5189 |
| Ngajum | 78.32 | 50.00 | 22.82 | 61.54 | 39.60 | 0.5061 |
| Pagelaran | 78.32 | 50.00 | 85.02 | 61.54 | 70.45 | 0.6127 |
| Pakisaji | 78.32 | 50.00 | 50.91 | 61.54 | 50.00 | 0.5189 |
| Sumberpucung | 78.32 | 50.00 | 75.78 | 61.54 | 59.12 | 0.5274 |
| Turen | 78.32 | 50.00 | 53.83 | 61.54 | 50.00 | 0.5189 |

4.1.4 Evaluasi Model

Setelah melakukan penilaian risiko, selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap model fuzzy yang telah dibuat dengan cara membandingkan hasil keluaran model fuzzy dengan aturan yang divalidasi oleh pakar. Sehingga dilakukan pencocokan antara nilai derajat keanggotaan untuk setiap variabel input, aturan fuzzy, hingga hasil akhir berupa nilai yang telah melalui defuzzifikasi dan kategorinya dari fungsi keanggotaannya. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai apakah model yang dibuat memberikan hasil yang konsisten dengan logika yang diharapkan dan sesuai aturan dari pakar. Kemudian rumus yang digunakan untuk menghitung derajat

keanggotaan setiap bentuk berbeda, dimana fungsi keanggotaan segitiga menggunakan rumus Persamaan 2.1, fungsi keanggotaan trapesium menggunakan Persamaan 2.2 , dan fungsi kurva gauss menggunakan Persamaan 2.3. Salah satu contoh perhitungan pada Kecamatan Bantur di bulan Januari menggunakan skenario 1 adalah sebagai berikut.

Pada layer pertama terdapat input curah hujan dengan nilai 0.776743, karena bentuk fungsinya berbentuk segitiga, maka derajat keanggotaannya dapat dihitung dengan Persamaan 2.1. Nilai a,b,c yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah.

| Variabel | MF | Triangular | | |
|-------------|--------|------------|-------|-------|
| | | a | b | c |
| curah hujan | low | 0 | 0.35 | 0.93 |
| | medium | 0.92 | 1.44 | 33.18 |
| | high | 2.95 | 45.46 | 100 |

$$\text{Segitiga } (x; a, b, c) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x - a)}{(b - a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c - x)}{(c - b)}; & b \leq x \leq c \\ 0; & c \geq x \end{cases}$$

Pada kategori low, nilai derajat keanggotannya adalah 0.26 karena $b \leq x \leq c$, maka nilainya dihitung menggunakan $\frac{(c-x)}{(c-b)} = \frac{(0.153257)}{(0.58)} = 0.264$. Kemudian pada kategori medium dan high, nilai derajat keanggotannya adalah 0 karena $x \leq a$. Sehingga input curah hujan dikategorikan sebagai low. Perhitungan ini juga berlaku pada semua input karena memiliki bentuk fungsi yang sama yaitu segitiga, namun berbeda pada nilai (a, b, c) nya. Untuk mendapatkan *climatic risk*, diperlukan dua input lagi yaitu suhu dan kelembapan. Pada Kecamatan Bantur di bulan Januari, nilai suhu dan kelembapan yang sudah dinormalisasi adalah 93.21316 dan 94.552. Setelah dihitung didapatkan derajat keanggotaan pada variabel suhu yaitu pada kategori high sebesar 0.83, sedangkan pada kelembapan didapatkan derajat keanggotaan pada kategori high sebesar 0.84. Untuk hasil perhitungan derajat keanggotaan yang lebih jelas dapat dilihat pada Table 4.23.

Table 4.23 Hasil contoh perhitungan derajat keanggotaan

| Variabel | Triangular | | |
|-------------|------------|--------|------|
| | low | medium | high |
| curah hujan | 0.26 | 0 | 0 |
| suhu | 0 | 0 | 0.83 |
| kelembapan | 0 | 0 | 0.84 |

Dari hasil keadaan tersebut, didapatkan output *climatic risk* yang dapat dilihat pada Table 4.21 sebesar 86.44. Output tersebut masuk kedalam kategori high dengan derajat keanggotaan medium sebesar 0.13 dan high sebesar 0.67. Karena derajat keanggotaan pada kategori high

lebih besar, maka output tersebut termasuk ke dalam kategori high. Sehingga apabila dibandingkan dengan aturannya maka sesuai dengan salah satu rule yang telah dibuat yaitu “jika curah hujan low, dan suhu high, dan kelembapan high, maka risiko faktor iklimnya adalah high”. Hasil perbandingan pada dataran rendah bulan Januari dapat dilihat pada tabel dibawah, dimana Table 4.24 adalah hasil perbandingan dari skenario 1 dan Table 4.25 adalah hasil perbandingan dari skenario 2.

Table 4.24 Hasil perbandingan risiko skenario 1 dengan rule pakar pada dataran rendah bulan januari

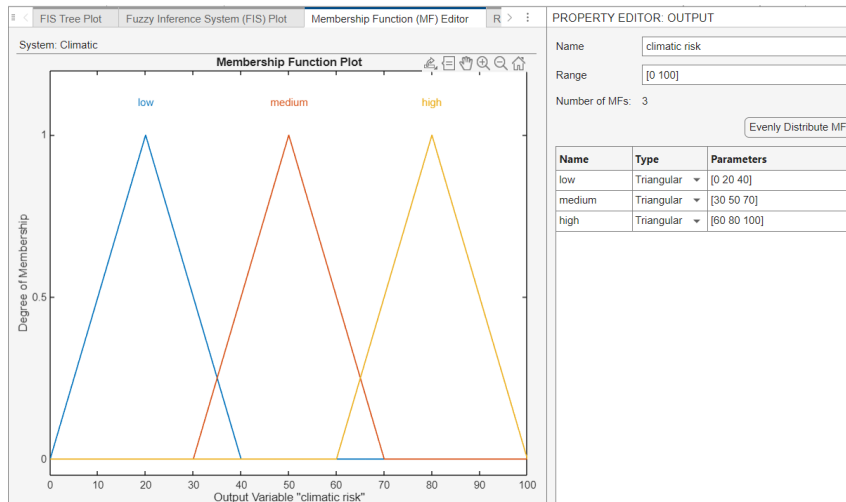
| Kecamatan | Abiotic Risk | | | | Biotic Risk | | | Risk Dengue | Check |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------|--------------|-------------------|-------|-------------|-------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Hasil abiotic risk | Check | Host Factors | Hasil biotic risk | Check | | |
| Bantur | High | Low | Medium | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | FALSE |
| Gondanglegi | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Kalipare | High | Medium | High | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | TRUE |
| Kasembon | Medium | Low | Low | TRUE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Kepanjen | High | Medium | High | TRUE | High | High | TRUE | Medium | FALSE |
| Kromengan | High | Medium | High | TRUE | High | High | TRUE | Medium | FALSE |
| Ngajum | High | Medium | High | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | TRUE |
| Pagelaran | High | Medium | High | TRUE | High | High | TRUE | Medium | FALSE |
| Pakisaji | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Sumberpucung | High | Low | Medium | TRUE | High | High | TRUE | Medium | FALSE |
| Turen | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |

Table 4.25 Hasil perbandingan risiko skenario 2 dengan rule pakar pada dataran rendah bulan januari

| Kecamatan | Abiotic Risk | | | | Biotic Risk | | | Risk Dengue | Check |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------|--------------|-------------------|-------|-------------|-------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Hasil abiotic risk | Check | Host Factors | Hasil biotic risk | Check | | |
| Bantur | High | Medium | Medium | FALSE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Gondanglegi | High | Medium | Medium | FALSE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Kalipare | High | High | Medium | FALSE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Kasembon | Medium | Low | Medium | FALSE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Kepanjen | High | Medium | Medium | FALSE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Kromengan | High | Medium | Medium | FALSE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Ngajum | High | Medium | Medium | FALSE | Low | Medium | FALSE | Medium | FALSE |
| Pagelaran | High | Medium | Medium | FALSE | High | Medium | FALSE | Medium | FALSE |
| Pakisaji | High | Medium | Medium | FALSE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |
| Sumberpucung | High | Medium | Medium | FALSE | High | Medium | FALSE | Medium | FALSE |
| Turen | High | Medium | Medium | FALSE | Medium | Medium | TRUE | Medium | FALSE |

Perbandingan di atas dilihat dari aturan setiap layer. Namun masih banyak terdapat perbandingan FALSE terhadap aturan yang sudah divalidasi oleh pakar. Dalam skenario 1, aturan pada layer 1 dan 2 sudah sesuai, namun pada layer terakhir untuk menentukan risiko akhirnya masih terdapat banyak kesalahan dimana hanya ada dua aturan yang benar. Kemudian pada skenario 2 terdapat lebih banyak kesalahan pada layer 2, sehingga seharusnya sudah tidak sesuai untuk masuk ke layer 3 atau final risk. Karena kedua skenario belum sesuai dengan aturan, maka dilakukan pengaturan ulang pada parameter fungsi keanggotaannya.

Pada skenario sebelumnya, parameter fungsi keanggotaan pada layer 2 dan 3 dibagi secara otomatis dari tools sehingga dibuat sama dan simetris. Sehingga untuk memperbaikinya dilakukan pengaturan ulang pada parameternya sesuai acuan referensi lain, dimana batas dari *low* adalah 40, dan batas dari *high* adalah lebih dari 60 (Liu, Ren, Wang, Shan, & Wong, 2023). Gambar grafik membership function yang lama dapat dilihat pada Gambar 4.11, sedangkan grafik yang baru dapat dilihat pada Gambar 4.13. Semua parameter output diatur kembali sesuai pada Table 4.26.



Gambar 4.13 Perbaikan grafik membership function dari climatic risk

Table 4.26 Revisi membership function output

| Output | Label MF | Lower | Middle | Upper |
|--------------------|----------|-------|--------|-------|
| climatic risk | low | 0 | 20 | 40 |
| | medium | 30 | 50 | 70 |
| | high | 60 | 80 | 100 |
| environmental risk | low | 0 | 20 | 40 |
| | medium | 30 | 50 | 70 |
| | high | 60 | 80 | 100 |
| host risk | low | 0 | 20 | 40 |
| | medium | 30 | 50 | 70 |
| | high | 60 | 80 | 100 |

| Output | Label MF | Lower | Middle | Upper |
|---------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|
| abiotic risk | low | 0 | 20 | 40 |
| | medium | 30 | 50 | 70 |
| | high | 60 | 80 | 100 |
| biotic risk | low | 0 | 20 | 40 |
| | medium | 30 | 50 | 70 |
| | high | 60 | 80 | 100 |
| dengue risk | aman | 0 | 20 | 40 |
| | waspada | 30 | 50 | 70 |
| | awas | 60 | 80 | 100 |

Table 4.27 revisi output skenario 1

| Kecamatan | Layer 2 | | Layer 3 | | | Final |
|------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Host Factors | Abiotic Risk | Biotic Risk | |
| Bantur | 82.03 | 15.05 | 19.02 | 48.14 | 30.83 | 0.230806908 |
| Gondanglegi | 82.03 | 50 | 50 | 69.97 | 50 | 0.798852589 |
| Kalipare | 82.03 | 50 | 18.60 | 69.97 | 30.51 | 0.518111578 |
| Kasembon | 50 | 15.33 | 50 | 27.87 | 50 | 0.2 |
| Kepanjen | 82.03 | 50 | 80.35 | 69.97 | 68.71 | 0.798936881 |
| Kromengan | 82.03 | 50 | 82.54 | 69.97 | 70.37 | 0.8 |
| Ngajum | 82.03 | 50 | 17.23 | 69.97 | 29.45 | 0.498852589 |
| Pagelaran | 82.03 | 50 | 81.67 | 69.97 | 69.69 | 0.798879727 |
| Pakisaji | 82.03 | 50 | 50 | 69.97 | 50 | 0.798852589 |
| Sumberpucung | 82.03 | 18.64 | 84.41 | 50.36 | 71.91 | 0.8 |
| Turen | 82.03 | 50 | 50 | 69.97 | 50 | 0.798852589 |

Table 4.28 revisi output skenario 2

| Kecamatan | Layer 2 | | Layer 3 | | | Final |
|------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Host Factors | Abiotic Risk | Biotic Risk | |
| Bantur | 74.30 | 50 | 27.93 | 80 | 20 | 0.5 |
| Gondanglegi | 74.30 | 50 | 32.43 | 80 | 28.12 | 0.5 |
| Kalipare | 74.30 | 80 | 33.20 | 80 | 30.27 | 0.5103 |
| Kasembon | 41.96 | 20 | 31.17 | 20 | 24.25 | 0.2 |
| Kepanjen | 74.30 | 50 | 59.02 | 80 | 50 | 0.8 |
| Kromengan | 74.30 | 50 | 42.08 | 80 | 50 | 0.8 |
| Ngajum | 74.30 | 50 | 24.19 | 80 | 20 | 0.5 |

| Kecamatan | Layer 2 | | Layer 3 | | | Final |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------|--------------|-------------|-------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Host Factors | Abiotic Risk | Biotic Risk | |
| Pagelaran | 74.30 | 50 | 79.46 | 80 | 80 | 0.8 |
| Pakisaji | 74.30 | 50 | 54.07 | 80 | 50 | 0.8 |
| Sumberpucung | 74.30 | 50 | 75.32 | 80 | 80 | 0.8 |
| Turen | 74.30 | 50 | 63.66 | 80 | 61.51 | 0.8 |

Setelah didapatkan outputnya, maka dibandingkan kembali dengan rule yang telah dibuat dan didapatkan hasil seperti pada Table 4.29 dan Table 4.30.

Table 4.29 Hasil validasi ulang pada skenario1

| Kecamatan | Abiotic Risk | | | | Biotic Risk | | | Risk Dengue | Check |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------|--------------|-------------------|-------|-------------|-------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Hasil abiotic risk | Check | Host Factors | Hasil biotic risk | Check | | |
| Bantur | High | Low | Medium | TRUE | Low | Low | TRUE | Low | TRUE |
| Gondanglegi | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | High | TRUE |
| Kalipare | High | Medium | High | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | TRUE |
| Kasembon | Medium | Low | Low | TRUE | Medium | Medium | TRUE | Low | TRUE |
| Kepanjen | High | Medium | High | TRUE | High | High | TRUE | High | TRUE |
| Kromengan | High | Medium | High | TRUE | High | High | TRUE | High | TRUE |
| Ngajum | High | Medium | High | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | TRUE |
| Pagelaran | High | Medium | High | TRUE | High | High | TRUE | High | TRUE |
| Pakisaji | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | High | TRUE |
| Sumberpucung | High | Low | Medium | TRUE | High | High | TRUE | High | TRUE |
| Turen | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | High | TRUE |

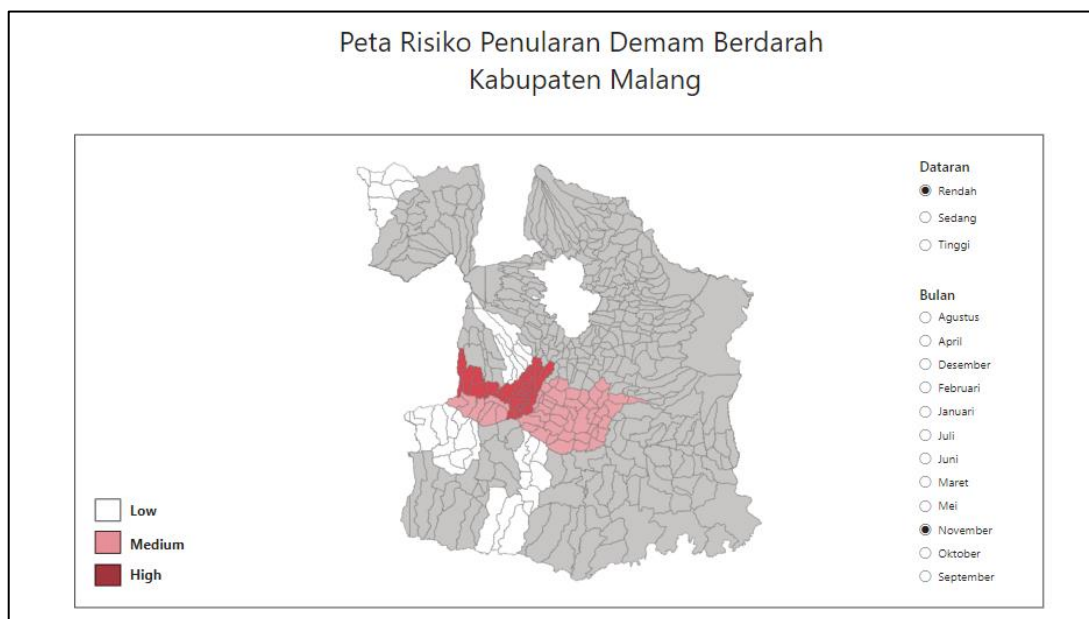
Table 4.30 Hasil validasi ulang pada skenario2

| Kecamatan | Abiotic Risk | | | | Biotic Risk | | | Risk Dengue | Check |
|-------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------|--------------|-------------------|-------|-------------|-------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Hasil abiotic risk | Check | Host Factors | Hasil biotic risk | Check | | |
| Bantur | High | Medium | High | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | TRUE |
| Gondanglegi | High | Medium | High | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | TRUE |
| Kalipare | High | High | High | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | TRUE |
| Kasembon | Medium | Low | Low | TRUE | Low | Low | TRUE | Low | TRUE |
| Kepanjen | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | High | TRUE |
| Kromengan | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | High | TRUE |
| Ngajum | High | Medium | High | TRUE | Low | Low | TRUE | Medium | TRUE |
| Pagelaran | High | Medium | High | TRUE | High | High | TRUE | High | TRUE |

| Kecamatan | Abiotic Risk | | | | Biotic Risk | | | Risk Dengue | Check |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------|--------------|------------------|-------|-------------|-------|
| | Climatic Factors | Environmental Factors | Hasil abiotic risk | Check | Host Factors | Climatic Factors | Check | | |
| Pakisaji | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | High | TRUE |
| Sumberpucung | High | Medium | High | TRUE | High | high | TRUE | High | TRUE |
| Turen | High | Medium | High | TRUE | Medium | Medium | TRUE | High | TRUE |

4.1.5 Visualisasi Hasil

Visualisasi ini menunjukkan peta risiko penularan Demam Berdarah Dengue (DBD) di Dataran Rendah Kabupaten Malang untuk bulan Januari berdasarkan hasil pemodelan fuzzy. Warna dalam peta mencerminkan tingkat risiko penularan, dimana terdapat tiga tingkat risiko penularan yaitu Low, Medium, dan High. Hasil visualisasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Visualisasi Hasil

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan, model fuzzy penilaian risiko wilayah untuk penularan Demam Berdarah Dengue (DBD) memberikan gambaran yang cukup baik terhadap tingkat risiko di Kabupaten Malang. Dua skenario fungsi keanggotaan, yaitu skenario 1 menggunakan fungsi segitiga dan skenario 2 dengan kombinasi fungsi keanggotaan berbasis distribusi data, menunjukkan perbedaan dalam konsistensi hasil. Skenario 1 menunjukkan hasil yang lebih konsisten dibandingkan skenario 2. Hal ini dikarenakan sifat fungsi segitiga yang sederhana dan efisien dalam memetakan data fuzzy. Sebaliknya, pada skenario 2, bentuk fungsi keanggotaan yang lebih kompleks cenderung menghasilkan output yang lebih sensitif terhadap perubahan kecil dalam data input. Namun validasi hasil model terhadap kondisi sebenarnya masih memerlukan pengujian lebih lanjut, khususnya dengan melibatkan pakar epidemiologi. Proses validasi manual yang dilakukan menunjukkan adanya beberapa perbedaan dalam klasifikasi risiko, yang dapat diatasi dengan revisi aturan fuzzy berdasarkan masukan pakar.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari percobaan Tugas Akhir yang dilakukan dan juga saran untuk penelitian dimasa mendatang.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Model fuzzy dapat memetakan risiko wilayah berdasarkan data kondisi spesifik yang membagi wilayah ke dalam beberapa kategori seperti rendah, sedang, dan tinggi.
2. Bentuk dan parameter membership function yang digunakan mempengaruhi hasil output penilaian risiko, dimana terdapat perbedaan hasil dari dua skenario tersebut terhadap risiko wilayah terkena dampak demam berdarah pada beberapa kecamatan.
3. Skenario 1 memberikan hasil yang lebih stabil dan konsisten dibandingkan skenario 2. Pada skenario 1, klasifikasi risiko lebih jelas karena semua variabel dibagi menjadi tiga cluster dengan rentang yang seimbang.
4. Output dari skenario 2 memiliki lebih banyak ketidakstabilan terhadap aturan dasar yang digunakan karena pengaturan parameternya yang lebih kompleks dan membutuhkan validasi lebih lanjut.
5. Risiko wilayah penularan DBD paling rendah didapatkan pada kecamatan Bantur dan Kasembon yang memiliki proporsi hutan tinggi, sekitar 41 – 76% dan kepadatan penduduk rendah, yaitu dibawah 1003.06 jiwa/km². Berdasarkan Table 2.4, proporsi hutan yang tinggi dapat menjadi penghalang pergerakan nyamuk DBD dari satu rumah ke rumah lainnya karena nyamuk *aedes aegypti* hidup di pemukiman masyarakat dengan jarak terbang sekitar 40-100 m, dan bisa mencapai 434 m pada kondisi angin tenang.
6. Risiko wilayah penularan DBD paling tinggi didapatkan oleh kecamatan yang memiliki Angka Bebas Jentik dengan kategori *low* yaitu dibawah 76.2% dan kepadatan penduduk *medium* hingga *high* yaitu 960.21 - 2850.26 jiwa/km.
7. Parameter pada model penilaiain risiko ini dibuat berdasarkan data historis, sehingga apabila nantinya terdapat *outlier* atau data input diluar range dari parameter yang ditentukan pada LAMPIRAN A, maka model ini tidak dapat menangani penilaian dengan baik.
8. Validasi hasil model dilakukan secara manual, yang berpotensi menimbulkan bias dan kesalahan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil percobaan, berikut adalah saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Melakukan validasi dengan Pakar. Aturan fuzzy yang digunakan dalam model sebaiknya divalidasi oleh pakar epidemiologi untuk memastikan kesesuaian hasil model dengan kondisi di lapangan.
2. Penambahan fitur peramalan, sehingga penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model dengan memasukkan fitur peramalan variabel input seperti kepadatan penduduk dan Angka Bebas Jentik (ABJ), sehingga model dapat memproyeksikan risiko penularan di masa depan.

3. Melakukan komparasi dengan metode lain untuk mengukur keandalan model fuzzy, sehingga hasil penilaian risiko fuzzy dapat dibandingkan dengan hasil risiko lain yang sepadan.
4. Optimalisasi skenario1 sebagai basis untuk pengembangan model risiko wilayah di masa depan terutama untuk aplikasi yang membutuhkan pemetaan risiko sederhana, seperti melakukan pembobotan pada variabel input.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelinda, Y. S., Wulandari, R. A., & Al Asyary. (2022). The effects of climate factors, population density, and vector density on the incidence of dengue hemorrhagic fever in South Jakarta Administrative City 2016-2020: an ecological study. *Acta Biomedica*, 93, 1-10. doi:10.23750/abm.v93i6.13503
- Aminudin, M. (2024, April 25). *DBD Merebak di Malang, Relawan Pemuda Desa Pringu Fogging Secara Mandiri*. Retrieved May 19, 2024, from detikjatim: <https://www.detik.com/jatim/berita/d-7311084/dbd-merebak-di-malang-relawan-pemuda-desa-pringu-fogging-secara-mandiri>
- Anggraeni, W., Pramana, I. A., Samopa, F., Riksakomara, E., Wibowo, R. P., T., L. C., & Pujiadi. (2017). Forecasting The Number of Dengue Fever Cases in Malang Regency Indonesia Using Fuzzy Inference System Models. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 95.
- Civanlar, M. R., & Trussell, H. J. (1986). Constructing Membership Functions. *Fuzzy Sets and Systems* 18, 1-13.
- Ditjen P2P. (2024, Maret 21). *Kasus DBD sedang tinggi, Waspada Komplikasi nya*. Retrieved April 4, 2024, from Kemenkes Ditjen P2P: <https://p2p.kemkes.go.id/kasus-dbd-sedang-tinggi-waspada-komplikasi-nya/>
- Djuris, J., Ibrić, S., & Zorica, D. (2013). Neural computing in pharmaceutical products and process development. In J. Djuris, *Computer-Aided Applications in Pharmaceutical Technology* (pp. 91-175). doi:10.1533/9781908818324.91
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2021, Juni 24). Strategi Nasional Penanggulangan Dengue 2021-2025. Jakarta, Indonesia. doi:ISBN 978-623-301-199-0
- Kumar, S., & Agrawal, S. (2013). Disease Risk Assessment. In W. W. Dubitzky, *Encyclopedia of Systems Biology* (pp. 582-584). Springer, New York, NY. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9863-7_203
- Li, F., Lu, D., An, B., & Zhang, G. (2023). Risk Region-based Prediction Model for the Epidemic Spreading. *2023 26th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)* (pp. 351-356). IEEE Xplore. doi:10.1109/CSCWD57460.2023.10151996
- Liu, H., Ren, Y., Wang, T., Shan, H., & Wong, K. W. (2023). Fuzzy model for quantitative assessment of the epidemic risk of African. *Preventive Veterinary Medicine* 213, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.105884>
- Mufid, M. R., Putri, N. R., Fariza, A., & Mu'arfin. (2018). Fuzzy Logic and Exponential Smoothing for Mapping Implementation of Dengue Haemorrhagic Fever in Surabaya. *2018 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC)* (pp. 372-377). IEEE. doi:10.1109/KCIC.2018.8628533

- Mustika, A. A., Bakri, S., & Wardani, D. W. (2016). Perubahan Penggunaan Lahan di Provinsi Lampung dan Pengaruhnya Terhadap Insidensi Demam Berdarah Dengue (DBD). *Jurnal Sylva Lestari*, 35 - 46.
- Nuranisa, R., Maryanto, Y. B., & Isfandiari, M. A. (2022). Correlation Of Free Larvae Index and Population Density With Dengue Fever Incidence Rate. *The Indonesian Journal of Public Health*, 17(3), 477-487. doi:<https://doi.org/10.20473/ijph.v17i3.2022.477-487>
- Ong, J., Liu, X., Rajarethinam, J., Kok, S. Y., Liang, S., Tang, C. S., . . . Yap, G. (2018). Mapping dengue risk in Singapore using. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006587>
- Prasetya, V., Vito, V., Tanawi, I. N., Aldila, D., & Hertono, G. F. (2023). Predicting potential areas at risk of the Dengue Hemorrhagic Fever in Jakarta, Indonesia—analyzing the accuracy of predictive hot spot analysis in the absence of small geographical area data. *Infection Ecology & Epidemiology*, 0-9. doi:<https://doi.org/10.1080/20008686.2023.2218207>
- Ramadityo, D. (2023, Juni 28). *Fakta-Fakta Penting Seputar Demam Berdarah*. Retrieved April 4, 2024, from Ayo Sehat Kementerian Kesehatan Republik Indonesia: <https://ayosehat.kemkes.go.id/fakta-fakta-penting-seputar-demam-berdarah>
- Setiabudi, A. (2024, Maret 06). *Kasus Demam Berdarah di Jatim tinggi, Hikmah Bafaqih: Harus dilakukan evaluasi dan mitigasi*. Retrieved Mei 03, 2024, from dprd.jatimprov.go.id: <https://dprd.jatimprov.go.id/berita/13007/kasus-demam-berdarah-di-jatim-tinggi-hikmah-bafaqih-harus-dilakukan>
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). *Logika Fuzzy Dengan MATLAB Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto*. Jayapangus Press.
- Wang, W.-H., Urbina, A. N., Chang, M. R., Assavalapsakul, W., Lu, P.-L., Chen, Y.-H., & Wang, S.-F. (2020). Dengue hemorrhagic fever e A systemic literature review of current perspectives on pathogenesis, prevention and control. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 53, 963-978. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.03.007>
- World Health Organization. (2024, Januari 15). *Dengue: WHO Health Emergency Appeal 2024*. (W. H. Organization, Editor) Retrieved April 4, 2024, from WHO: <https://www.who.int/publications/m/item/dengue-who-health-emergency-appeal-2024>
- Wulandari, R. A., Rahmawati, T., Al Asyary, & Nugraha, F. (2023). Analysis of Climate and Environmental Risk Factors on Dengue Hemorrhagic Fever Incidence in Bogor District. *Kesmas: National Public Health Journal*, 18(3 August), 209-214. doi:10.21109/kesmas.v18i3.7351
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338-353.

LAMPIRAN A

Lampiran A berisi mengenai aturan yang digunakan pada mode penilaian risiko mulai dari layer 1 hingga layer 3. Kolom yang berwarna merah menunjukkan parameter rentan.

SKENARIO 1

| | Curah Hujan (mm) | Suhu (°C) | Kelembapan (%) |
|---------------|-------------------------|------------------|-----------------------|
| Low | 0 - 298.21 | 0 - 23.54 | 0 – 76.2 |
| Medium | 26.54 – 898.72 | 23.50 - 25.20 | 76.03 - 81.96 |
| High | 341.92 – 898.72 | 25.16 - 27.81 | 81.93 - 88.84 |

| CLIMATIC FACTOR RULES BASE | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|-------------------|---------------|
| Rule | Curah Hujan | Suhu | Kelembapan | Risiko |
| 1 | Low | Low | Low | Low |
| 2 | Low | Low | Medium | Medium |
| 3 | Low | Low | High | Medium |
| 4 | Low | Medium | Low | Low |
| 5 | Low | Medium | Medium | Medium |
| 6 | Low | Medium | High | Medium |
| 7 | Low | High | Low | Medium |
| 8 | Low | High | Medium | High |
| 9 | Low | High | High | High |
| 10 | Medium | Low | Low | Low |
| 11 | Medium | Low | Medium | Low |
| 12 | Medium | Low | High | Low |
| 13 | Medium | Medium | Low | Low |
| 14 | Medium | Medium | Medium | Low |
| 15 | Medium | Medium | High | Low |
| 16 | Medium | High | Low | Low |
| 17 | Medium | High | Medium | Medium |
| 18 | Medium | High | High | Medium |
| 19 | High | Low | Low | Low |
| 20 | High | Low | Medium | Low |
| 21 | High | Low | High | Low |
| 22 | High | Medium | Low | Low |
| 23 | High | Medium | Medium | Low |
| 24 | High | Medium | High | Low |
| 25 | High | High | Low | Low |
| 26 | High | High | Medium | Medium |
| 27 | High | High | High | Medium |

| | Ketinggian wilayah (mdpl) | Proporsi hutan (%) | Lahan Pertanian (Hektar) |
|---------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Low | 0 - 490 | 0 - 14.89 | 0 - 1127 |
| Medium | 427 - 1157 | 12 - 51.9 | 981 - 2017 |
| High | 773 - 1157 | 41.56 - 76.84 | 1731 - 2969 |

| ENVIRONMENTAL RISK RULES BASE | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|---------------|
| Rule | Ketinggian Wilayah | Proporsi Hutan | Lahan Pertanian | Risiko |
| 1 | Low | Low | Low | Medium |
| 2 | Low | Low | Medium | Medium |
| 3 | Low | Low | High | High |
| 4 | Low | Medium | Low | Low |
| 5 | Low | Medium | Medium | Low |
| 6 | Low | Medium | High | Medium |
| 7 | Low | High | Low | Low |
| 8 | Low | High | Medium | Low |
| 9 | Low | High | High | Medium |
| 10 | Medium | Low | Low | Low |
| 11 | Medium | Low | Medium | Low |
| 12 | Medium | Low | High | Medium |
| 13 | Medium | Medium | Low | Low |
| 14 | Medium | Medium | Medium | Low |
| 15 | Medium | Medium | High | Low |
| 16 | Medium | High | Low | Low |
| 17 | Medium | High | Medium | Low |
| 18 | Medium | High | High | Low |
| 19 | High | Low | Low | Low |
| 20 | High | Low | Medium | Low |
| 21 | High | Low | High | Medium |
| 22 | High | Medium | Low | Low |
| 23 | High | Medium | Medium | Low |
| 24 | High | Medium | High | Low |
| 25 | High | High | Low | Low |
| 26 | High | High | Medium | Low |
| 27 | High | High | High | Low |

| | Kepadatan penduduk (jiwa/km²) | ABJ (%) |
|---------------|---|----------------|
| Low | 0 – 1003.06 | 0 – 70.31 |
| Medium | 960.21 – 1868.40 | 70.22 – 87.142 |
| High | 1865.55 – 2850.26 | 87.140 - 100 |

| HOST RISK RULES BASE | | | |
|-----------------------------|---------------------------|------------|---------------|
| Rule | Kepadatan penduduk | ABJ | Risiko |
| 1 | Low | Low | Medium |
| 2 | Low | Medium | Medium |
| 3 | Low | High | Low |
| 4 | Medium | Low | High |
| 5 | Medium | Medium | High |
| 6 | Medium | High | Medium |
| 7 | High | Low | High |
| 8 | High | Medium | High |
| 9 | High | High | Medium |

LAYER 3

| ABIOTIC RISK GROUP | | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------|
| Rule | Climatic Risk Factor | Environmental Risk Factor | Risk |
| 1 | Low | Low | Low |
| 2 | Low | Medium | Low |
| 3 | Low | High | Medium |
| 4 | Medium | Low | Low |
| 5 | Medium | Medium | Medium |
| 6 | Medium | High | High |
| 7 | High | Low | Medium |
| 8 | High | Medium | High |
| 9 | High | High | High |

| BIOTIC RISK GROUP | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------|
| Rule | Host Risk Factor | Risk |
| 1 | Low | Low |
| 2 | Medium | Medium |
| 3 | High | High |

FINAL OUTPUT

| FINAL RISK OUTPUT | | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Rule | Abiotic Risk Group | Biotic Risk Group | Final Risk Output |
| 1 | Low | Low | Low |
| 2 | Low | Medium | Low |
| 3 | Low | High | Medium |
| 4 | Medium | Low | Low |
| 5 | Medium | Medium | Medium |
| 6 | Medium | High | High |
| 7 | High | Low | Medium |
| 8 | High | Medium | High |
| 9 | High | High | High |

SKENARIO 2

| | Curah Hujan (mm) | Suhu (°C) | Kelembapan (%) |
|---------------|-------------------------|------------------|-----------------------|
| Rendah | 0 - 298.21 | 0 – 24.97 | 0 – 79.73 |
| Tinggi | 26.54 – 898.72 | 24.95 - 27.81 | 79.57 - 88.84 |

| CLIMATIC FACTOR RULES BASE | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|-------------------|----------------------|
| Rule | Curah Hujan | Suhu | Kelembapan | Climatic Risk |
| 1 | Rendah | Rendah | Rendah | Low |
| 2 | Rendah | Rendah | Tinggi | Medium |
| 3 | Rendah | Tinggi | Rendah | Medium |
| 4 | Rendah | Tinggi | Tinggi | High |
| 5 | Tinggi | Rendah | Rendah | Medium |
| 6 | Tinggi | Rendah | Tinggi | Medium |
| 7 | Tinggi | Tinggi | Rendah | High |
| 8 | Tinggi | Tinggi | Tinggi | High |

| | Ketinggian wilayah (mdpl) | | Proporsi hutan (%) | | Lahan pertanian (Hektar) |
|---------------|---------------------------|---------------|--------------------|----------------------|--------------------------|
| Rendah | 0 - 490 | Sempit | 0 – 39.72 | Sangat Sempit | 0 - 920 |
| Sedang | 427 - 1157 | Luas | 33.45 – 76.84 | Sempit | 849 - 1458 |
| Tinggi | 773 - 1157 | | | Sedang | 1324 - 2017 |
| | | | | Luas | 1731 - 2650 |
| | | | | Sangat Luas | 2248 - 2969 |

| ENVIRONMENTAL FACTOR RULES BASE | | | | |
|--|---------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| Rule | Ketinggian Wilayah | Proporsi Hutan | Lahan Pertanian | Environmental Risk |
| 1 | Rendah | Sempit | Sangat Sempit | Medium |
| 2 | Rendah | Sempit | Sempit | Medium |
| 3 | Rendah | Sempit | Sedang | Medium |
| 4 | Rendah | Sempit | Luas | High |
| 5 | Rendah | Sempit | Sangat Luas | High |
| 6 | Rendah | Luas | Sangat Sempit | Low |
| 7 | Rendah | Luas | Sempit | Low |
| 8 | Rendah | Luas | Sedang | Medium |
| 9 | Rendah | Luas | Luas | Medium |
| 10 | Rendah | Luas | Sangat Luas | Medium |
| 11 | Sedang | Sempit | Sangat Sempit | Low |
| 12 | Sedang | Sempit | Sempit | Medium |
| 13 | Sedang | Sempit | Sedang | Medium |
| 14 | Sedang | Sempit | Luas | Medium |
| 15 | Sedang | Sempit | Sangat Luas | High |
| 16 | Sedang | Luas | Sangat Sempit | Low |
| 17 | Sedang | Luas | Sempit | Low |
| 18 | Sedang | Luas | Sedang | Low |
| 19 | Sedang | Luas | Luas | Medium |
| 20 | Sedang | Luas | Sangat Luas | Medium |
| 21 | Tinggi | Sempit | Sangat Sempit | Low |
| 22 | Tinggi | Sempit | Sempit | Low |
| 23 | Tinggi | Sempit | Sedang | Medium |
| 24 | Tinggi | Sempit | Luas | Medium |
| 25 | Tinggi | Sempit | Sangat Luas | Medium |
| 26 | Tinggi | Luas | Sangat Sempit | Low |
| 27 | Tinggi | Luas | Sempit | Low |
| 28 | Tinggi | Luas | Sedang | Low |
| 29 | Tinggi | Luas | Luas | Medium |
| 30 | Tinggi | Luas | Sangat Luas | Medium |

| | Kepadatan penduduk (jiwa/km²) | | ABJ (%) |
|----------------------|---|---------------|----------------|
| Sangat Jarang | 0 – 721.75 | Rendah | 0 – 78.06 |
| Jarang | 720 – 1267.23 | | |
| Padat | 1209.86 – 2125.49 | Tinggi | 78 - 100 |
| Sangat Padat | 1938.51 – 2850.26 | | |

| HOST FACTOR RULES BASE | | | |
|-------------------------------|---------------------------|------------|------------------|
| Rule | Kepadatan Penduduk | ABJ | Host Risk |
| 1 | Sangat Jarang | Rendah | Low |
| 2 | Sangat Jarang | Tinggi | Low |
| 3 | Jarang | Rendah | Medium |
| 4 | Jarang | Tinggi | Low |
| 5 | Padat | Rendah | High |
| 6 | Padat | Tinggi | Medium |
| 7 | Sangat Padat | Rendah | High |
| 8 | Sangat Padat | Tinggi | Medium |

LAMPIRAN B

Lampiran ini berisi data input yang telah di normalisasi dan dikelompokkan

DATARAN RENDAH

Table 0.1 januari dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.86636 | 87.97057 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.49352 | 87.75705 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.69757 | 88.20464 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.50162 | 84.61358 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.35832 | 86.63387 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.59023 | 79.5797 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.63125 | 93.77915 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.57233 | 72.79783 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 84.63121 | 93.88416 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.50267 | 77.41327 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.04435 | 96.10178 |

Table 0.2 februari dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.87914 | 85.27642 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.5098 | 88.03796 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.71455 | 87.93265 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.50351 | 100 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.40004 | 87.56212 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.61748 | 66.30625 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.64759 | 93.47925 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.61673 | 81.53565 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 84.6968 | 94.50849 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.54762 | 78.78444 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.08168 | 99.08382 |

Table 0.3 maret dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.89193 | 89.3464 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.52652 | 85.19021 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.73119 | 84.30024 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.5054 | 100 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.44177 | 91.90809 |

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.64472 | 73.95868 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.66393 | 97.70047 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.66113 | 81.81434 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 84.76274 | 92.33406 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.59258 | 77.34525 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.11902 | 99.94448 |

Table 0.4 april dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.90471 | 80.70104 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.5428 | 89.45679 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.74817 | 83.47068 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.50792 | 100 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.48349 | 93.15695 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.67197 | 74.52419 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.68085 | 99.3186 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.70553 | 82.46052 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 84.82942 | 89.12999 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.63655 | 81.59467 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.15635 | 100 |

Table 0.5 mei dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.9175 | 85.63898 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.55952 | 88.16595 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.76515 | 83.21213 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.50981 | 100 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.52521 | 90.29349 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.69922 | 72.97453 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.69719 | 98.24213 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.74993 | 90.62778 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 84.89519 | 90.1888 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.68151 | 82.99684 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.19369 | 98.84959 |

Table 0.6 juni dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.93051 | 85.07692 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.5758 | 87.6963 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.78212 | 88.20357 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.5117 | 100 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.56693 | 86.912 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.72646 | 76.18169 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.71353 | 97.81986 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.7951 | 82.04409 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 84.96095 | 92.1528 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.72647 | 83.22308 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.23158 | 98.78315 |

Table 0.7 juli dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.94329 | 86.09821 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.59252 | 86.89387 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.7991 | 94.31114 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.51422 | 100 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.60865 | 87.31101 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.75371 | 65.84564 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.73045 | 94.06584 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.8395 | 86.19543 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 85.02763 | 91.50979 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.77142 | 86.88166 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.26891 | 100 |

Table 0.8 agustus dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.95608 | 89.52388 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.6088 | 86.05054 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.81608 | 87.77003 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.51611 | 100 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.65038 | 88.48388 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.78096 | 66.64073 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.7468 | 99.36998 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.8839 | 88.06757 |

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 85.09431 | 94.61878 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.81638 | 85.9065 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.3068 | 100 |

Table 0.9 september dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.96908 | 90.3908 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.62551 | 88.56506 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.83273 | 83.29791 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.518 | 95.81804 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.6921 | 89.40934 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.8082 | 65.9834 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.76314 | 100 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.92907 | 88.33101 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 85.16008 | 90.24384 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.86133 | 85.69366 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.34413 | 100 |

Table 0.10 oktober dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.98187 | 82.78706 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.64179 | 89.75073 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.8497 | 85.0402 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.52052 | 88.93713 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.73382 | 87.30349 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.83545 | 67.88195 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.78006 | 96.77262 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 56.97347 | 86.14687 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 85.22693 | 88.14998 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.90531 | 85.82314 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.38147 | 100 |

Table 0.11 november dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 16.99488 | 87.18341 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.65851 | 88.94954 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.86668 | 88.05119 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.52241 | 85.06618 |

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.77554 | 86.22017 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.8627 | 65.07866 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.7964 | 98.36352 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 57.01864 | 79.45998 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 85.29344 | 92.81745 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.95026 | 86.43113 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.41935 | 99.22114 |

Table 0.12 desember dataran rendah

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 27.39844 | 35.94482 | 42.20276 | 17.00766 | 86.20469 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 31.11495 | 0 | 100 | 38.67479 | 45.37475 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 26.18842 | 24.76575 | 97.91175 | 22.88366 | 86.7353 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 20.65687 | 72.12389 | 24.08218 | 19.5243 | 71.64179 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 29.04062 | 0 | 72.48232 | 84.81727 | 84.78759 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 28.43561 | 0 | 51.26305 | 38.88994 | 89.1241 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 32.15212 | 15.61687 | 56.98889 | 30.81274 | 93.60137 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 29.29991 | 0 | 89.25564 | 57.06304 | 74.59016 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 34.14002 | 0 | 49.10744 | 85.36012 | 88.37618 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 26.27485 | 19.37793 | 56.98889 | 56.99522 | 82.01758 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 33.7943 | 0 | 75.71573 | 67.45669 | 94.78891 |

DATARAN SEDANG

Table 0.13 januari dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.68662 | 88.34147 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.1589 | 91.2544 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.11909 | 82.42489 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.50904 | 82.24984 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.36155 | 86.57727 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.43826 | 87.63665 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.20753 | 88.26652 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.32972 | 73.48466 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.49394 | 93.19256 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.21351 | 88.15819 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.63006 | 92.10764 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.55357 | 89.60298 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.73935 | 77.79816 |

| | | | | | | | |
|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.3142 | 73.05044 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.07675 | 92.06629 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.2606 | 98.40919 |

Table 0.14 februari dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.70293 | 79.62279 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.16388 | 77.54105 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.13465 | 83.88975 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.5266 | 82.1783 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.36865 | 81.50225 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.44793 | 88.62658 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.21115 | 84.15996 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.35594 | 76.80553 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.50602 | 89.18293 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.28483 | 85.77335 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.66055 | 91.26868 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.56295 | 93.81118 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.76821 | 80.00885 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.32433 | 85.44634 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.11024 | 90.40355 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.27841 | 98.76135 |

Table 0.15 maret dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.71967 | 75.99689 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.16956 | 96.223 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.1502 | 91.03652 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.54416 | 79.92352 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.37576 | 85.57347 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.45761 | 84.64579 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.21476 | 86.41109 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.38217 | 68.47532 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.51809 | 94.09988 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.35615 | 86.80799 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.69105 | 91.44627 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.57232 | 91.97652 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.79708 | 76.90641 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.33446 | 90.11235 |

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.14373 | 92.72662 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.29622 | 98.72433 |

Table 0.16 april dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.73598 | 89.95886 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.17454 | 89.85395 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.16576 | 88.91427 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.56172 | 81.79266 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.38286 | 80.67015 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.46701 | 80.28178 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.21838 | 86.79527 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.40788 | 69.73722 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.53017 | 94.13158 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.42747 | 84.00992 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.72154 | 91.50378 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.58185 | 90.14465 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.82682 | 78.70512 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.34435 | 88.48598 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.17769 | 88.0599 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.31403 | 97.97156 |

Table 0.17 mei dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.75273 | 93.22161 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.18022 | 87.74254 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.18132 | 91.88431 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.57928 | 82.62913 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.38997 | 75.76618 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.47669 | 86.70218 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.22199 | 87.75519 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.4341 | 70.06862 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.54185 | 90.76184 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.49879 | 83.01424 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.75203 | 91.39112 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.59122 | 87.62309 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.85569 | 84.28998 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.35448 | 84.10053 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.21118 | 89.74977 |

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.33221 | 99.75467 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|

Table 0.18 juni dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.76904 | 90.2335 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.1852 | 86.89516 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.19688 | 92.47996 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.596 | 83.43804 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.39707 | 74.86489 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.48636 | 85.37776 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.22561 | 85.25146 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.46033 | 63.59559 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.55393 | 87.49006 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.57011 | 81.49656 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.78252 | 91.13059 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.6006 | 93.27726 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.88455 | 82.72205 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.36461 | 91.90665 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.24467 | 86.9618 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.35002 | 99.65422 |

Table 0.19 juli dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.78579 | 89.92998 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.19084 | 93.37696 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.21243 | 89.26754 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.61356 | 85.73723 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.40418 | 77.45458 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.49604 | 89.37132 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.22948 | 89.27979 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.48655 | 68.35471 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.566 | 91.75713 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.64143 | 84.9107 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.81331 | 91.11897 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.60997 | 92.72665 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.91342 | 81.92291 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.37475 | 88.92395 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.27862 | 91.1163 |

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.36783 | 99.29687 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|

Table 0.20 agustus dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.8021 | 89.50354 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.19586 | 85.22935 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.22799 | 88.96996 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.63112 | 81.31787 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.41128 | 79.93959 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.50571 | 89.00975 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.23309 | 92.59208 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.51278 | 64.09153 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.57807 | 95.99239 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.71341 | 85.41214 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.84381 | 91.13159 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.61935 | 94.57306 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.94316 | 83.22339 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.38488 | 89.40162 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.31257 | 94.24802 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.38601 | 100 |

Table 0.21 september dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.81885 | 91.46239 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.20155 | 94.00147 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.24355 | 87.62448 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.64868 | 81.85644 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.41857 | 81.0708 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.51539 | 91.45621 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.23671 | 89.30388 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.539 | 65.04172 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.59015 | 91.8619 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.78473 | 87.2954 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.87459 | 91.61945 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.62873 | 91.8071 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 49.97202 | 82.60436 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.39501 | 77.02308 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.34606 | 89.52814 |

| | | | | | | | |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.40382 | 98.84385 |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|

Table 0.22 oktober dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.83515 | 89.8253 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.20652 | 85.49038 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.2591 | 92.27709 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.66623 | 74.96668 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.42567 | 81.23109 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.52506 | 81.35629 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.24032 | 86.61891 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.56522 | 74.67957 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.60222 | 91.6875 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.85605 | 90.59713 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.90509 | 89.4769 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.63825 | 91.4159 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 50.00176 | 78.84924 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.40514 | 76.25831 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.38002 | 85.61237 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.422 | 97.51653 |

Table 0.23 november dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.8519 | 90.26563 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.21221 | 84.59879 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.27466 | 92.16412 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.68379 | 81.04924 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.43278 | 80.86124 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.53474 | 88.6668 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.24394 | 89.04171 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.59145 | 64.56015 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.61429 | 85.33546 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 99.92803 | 89.22332 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.93588 | 90.54269 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.64762 | 91.38936 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 50.03063 | 74.56376 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.41528 | 67.82184 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.41397 | 90.28607 |

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.43981 | 97.02049 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|

Table 0.24 desember dataran sedang

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 44.5981 | 51.69183 | 13.70832 | 25.86821 | 89.36761 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 35.09075 | 0 | 56.48366 | 50.21719 | 82.38017 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 36.90579 | 20.11973 | 43.75211 | 33.29022 | 93.0337 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 50.38894 | 43.53201 | 15.08926 | 59.70052 | 81.72674 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 36.56007 | 37.55856 | 67.93533 | 12.43988 | 84.57143 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 42.69663 | 31.23373 | 25.63153 | 15.54441 | 92.64453 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 44.85739 | 54.08641 | 39.2388 | 19.24781 | 86.99233 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 43.30164 | 11.04893 | 21.55608 | 57.61716 | 63.12225 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 45.03025 | 15.07028 | 17.7164 | 19.62598 | 90.84072 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 42.35091 | 0 | 57.69619 | 100 | 89.40892 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 42.69663 | 36.66059 | 44.52678 | 53.96667 | 92.93833 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 51.68539 | 74.10203 | 28.59549 | 14.657 | 84.23427 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 42.95592 | 0 | 58.30246 | 50.05949 | 78.07856 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 51.33967 | 67.54295 | 16.80701 | 16.42516 | 67.54819 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 47.01815 | 39.67985 | 37.95891 | 42.44746 | 89.10787 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 44.33881 | 32.86049 | 43.81947 | 32.45762 | 95.89307 |

DATARAN TINGGI

Table 0.25 januari dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.36171 | 56.00248 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.84258 | 92.22137 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.83104 | 96.7103 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.46666 | 88.93731 |
| 0.829146 | 87.01906 | 92.0829 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.16663 | 92.89035 |
| 0.776743 | 93.21316 | 94.552 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.32719 | 84.64326 |

Table 0.26 februari dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.41009 | 59.77687 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.84591 | 89.7084 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.83956 | 96.40932 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.47203 | 82.04476 |
| 1.452678 | 86.17147 | 93.70779 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.17733 | 91.3342 |
| 1.350063 | 92.82375 | 95.31582 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.34599 | 84.2121 |

Table 0.27 maret dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.45847 | 56.56364 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.84923 | 93.05805 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.84808 | 96.67675 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.47739 | 83.73231 |
| 1.337913 | 87.34384 | 93.49901 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.18853 | 97.7643 |
| 0.954529 | 94.00193 | 96.07704 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.36479 | 82.27883 |

Table 0.28 april dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.50745 | 52.70953 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.85256 | 90.64947 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.85659 | 96.74734 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.48276 | 83.33268 |
| 1.360551 | 87.65432 | 88.77383 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.19923 | 92.83548 |
| 1.179896 | 92.70047 | 95.41498 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.38358 | 90.52808 |

Table 0.29 mei dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.55583 | 49.19599 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.85589 | 89.98203 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.86511 | 96.78056 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.48813 | 82.3288 |
| 0.296452 | 89.46654 | 87.68936 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.21053 | 92.14886 |
| 1.042219 | 95.24307 | 93.49901 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.40166 | 86.0145 |

Table 0.30 juni dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.6048 | 52.16151 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.85921 | 90.57957 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.87363 | 97.03738 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.49349 | 84.09476 |
| 1.270114 | 84.86156 | 90.57482 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.22113 | 90.58067 |
| 0.554358 | 91.42994 | 93.31382 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.42045 | 88.71567 |

Table 0.31 juli dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.65378 | 62.5196 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.86277 | 89.84129 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.88214 | 97.98056 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.49886 | 84.46485 |
| 0.077888 | 83.89881 | 85.11133 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.23233 | 92.44515 |
| 0.046568 | 89.46654 | 90.08584 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.43925 | 86.51759 |

Table 0.32 agustus dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.70276 | 66.37652 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.8661 | 90.0042 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.89066 | 97.19743 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.50423 | 85.7073 |
| 0.179679 | 84.51358 | 86.30957 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.24304 | 92.18555 |
| 0.305062 | 89.86092 | 90.15846 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.45805 | 89.97943 |

Table 0.33 september dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.75114 | 59.95713 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.86943 | 89.62853 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.89918 | 97.11064 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.50959 | 90.08295 |
| 0.48613 | 86.51564 | 88.62374 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.25423 | 93.26108 |
| 0.795815 | 92.0652 | 91.92556 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.47684 | 94.12726 |

Table 0.34 oktober dataran tinggi

| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.80012 | 66.31378 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.87275 | 90.53669 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.90769 | 97.53428 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.51496 | 88.80989 |
| 1.840018 | 85.39514 | 95.42345 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.26494 | 93.60511 |
| 2.206834 | 90.64969 | 97.85624 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.49564 | 84.25311 |

Table 0.35 november dataran tinggi

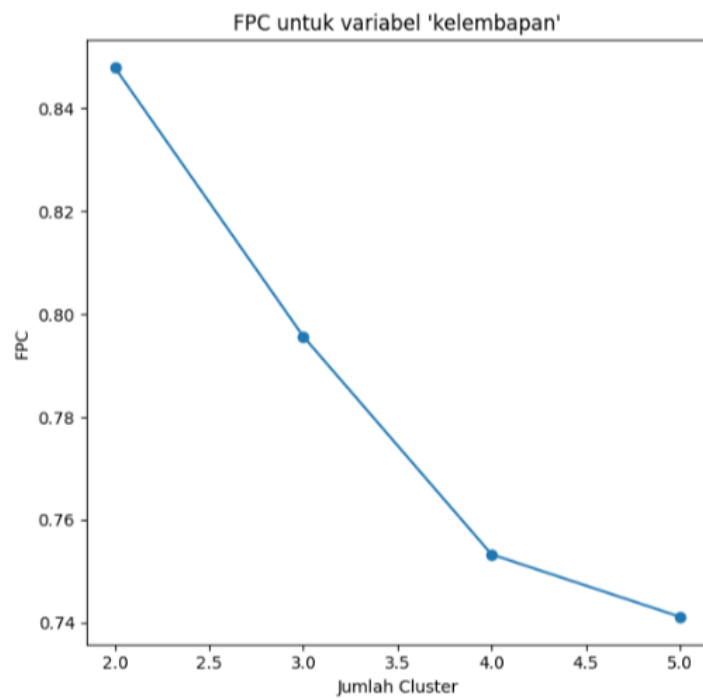
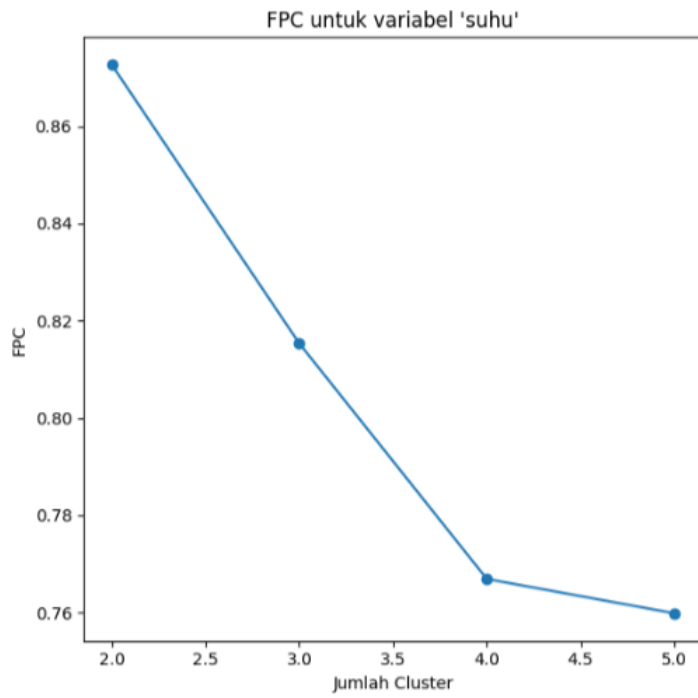
| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.84909 | 69.53958 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.87608 | 89.56958 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.91621 | 96.28831 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.52033 | 91.93922 |
| 1.756937 | 86.21599 | 95.75266 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.27614 | 93.46538 |
| 1.812828 | 91.76555 | 98.49167 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.51444 | 87.75208 |

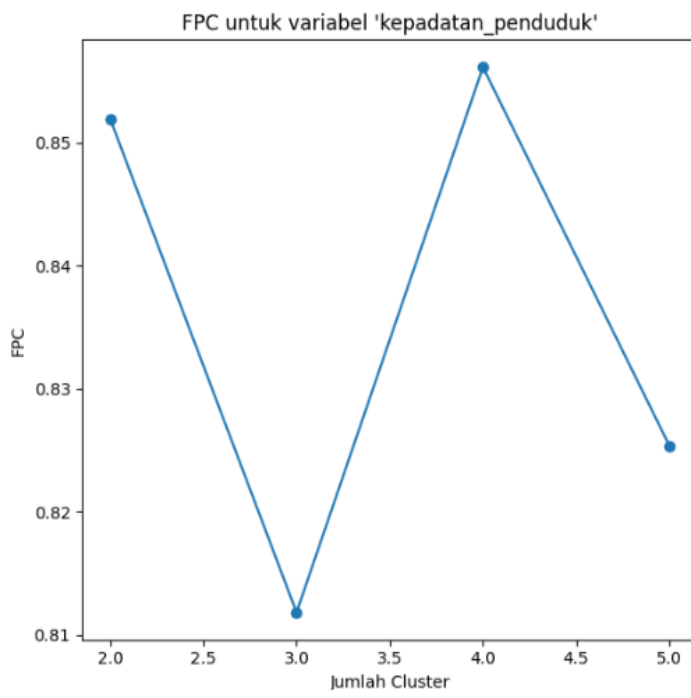
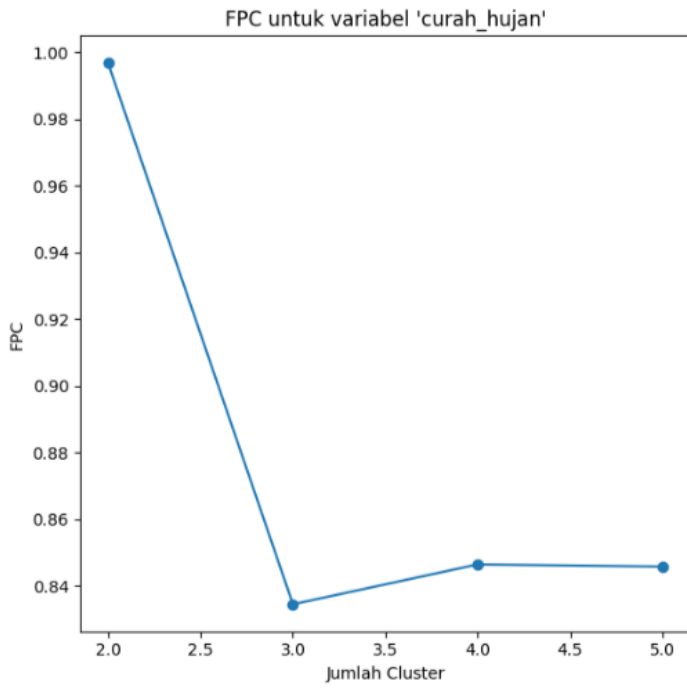
Table 0.36 desember dataran tinggi

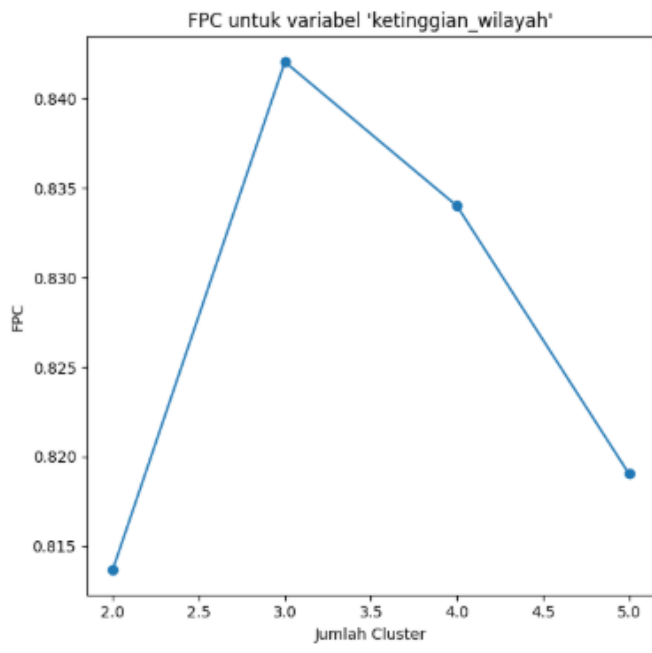
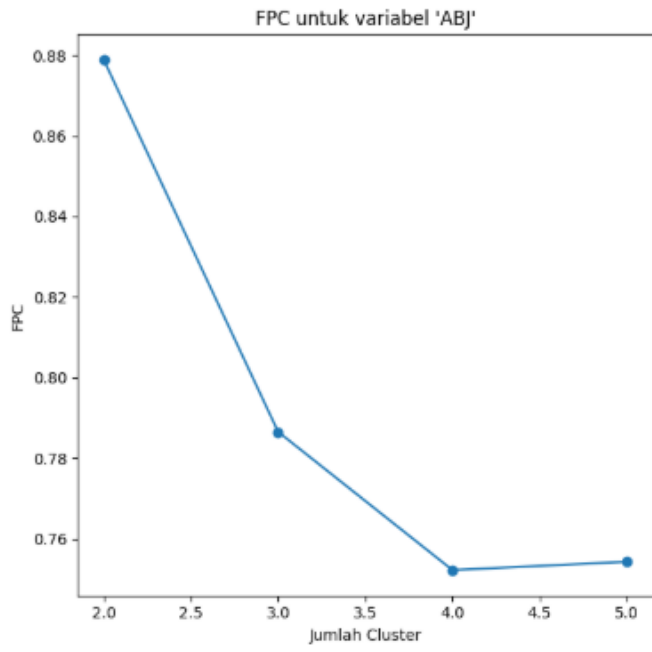
| curah hujan | suhu | kelembapan | ketinggian wilayah | proporsi hutan | lahan pertanian | kepadatan penduduk | ABJ |
|-------------|----------|------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 54.45117 | 28.35763 | 38.161 | 51.89807 | 63.77234 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 56.26621 | 92.1265 | 33.04143 | 13.8794 | 92.40275 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 59.20484 | 100 | 49.44426 | 32.92507 | 97.93996 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 100 | 95.52317 | 43.28057 | 18.52569 | 92.43697 |
| 0.877948 | 88.07461 | 89.28701 | 52.46327 | 24.53149 | 44.59414 | 38.28684 | 93.09935 |
| 1.023211 | 93.25956 | 94.95142 | 66.81072 | 14.23738 | 30.98686 | 32.53323 | 87.74522 |

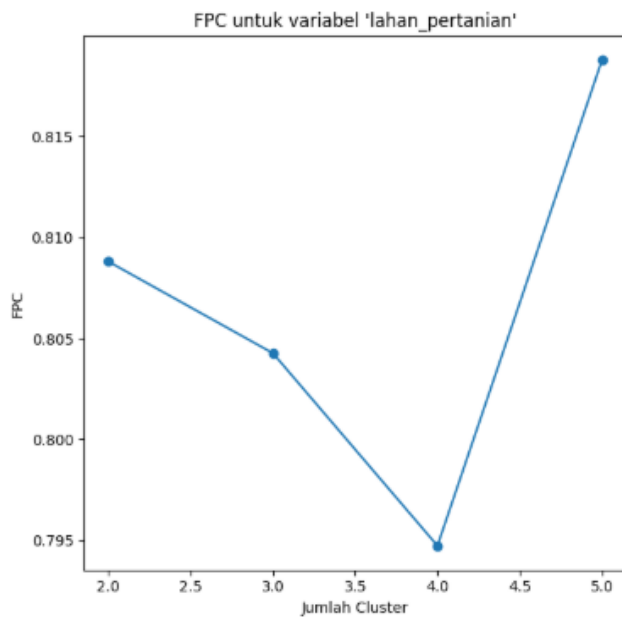
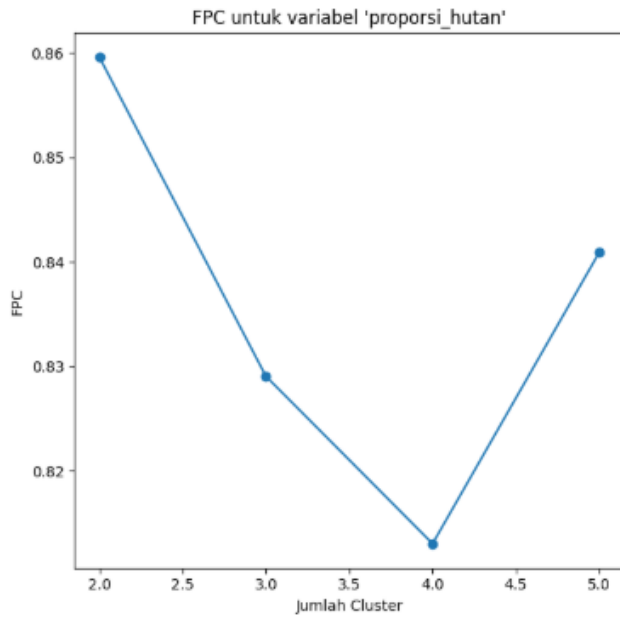
LAMPIRAN C

Hasil evaluasi FPC masing-masing variabel input









BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Madiun, 05 Juli 2003, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dharma Wanita Madiun, SDN Purworejo 03 Madiun, SMPN 1 Geger dan SMAN 1 Geger, Madiun. Setelah lulus dari SMAN tahun 2021, Penulis mengikuti SNMPTN dan diterima di Departemen Sistem Informasi FTEIC - ITS pada tahun 2021 dan terdaftar dengan NRP 5026211038.

Di Departemen Sistem Informasi, penulis aktif di beberapa kegiatan akademik maupun non akademik seperti menjadi asisten pengajar pada mata kuliah Statistika dan Probabilistik Teknologi Informasi, serta mengikuti Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi (HMSI) sebagai staff ahli *Research Technology Application* dan aktif berkegiatan di UKM Rebana. Di luar kampus, penulis juga mengikuti program magang industri di PT. Telkom Indonesia pada 26 Agustus hingga 31 Desember 2024 sebagai *data scientist*. Penulis mengucapkan terima kasih pada pembaca atas perhatian dan waktu yang telah diberikan untuk membaca karya ini. Penulis juga terbuka terhadap berbagai masukan, kritik, serta peluang untuk menjalin relasi lebih lanjut melalui linkedin.