

**PENERAPAN ANALISA MENGGUNAKAN ALGORITMA LOGIKA
FUZZY UNTUK EVALUASI PERFORMA PLAYER PADA GAME
MOBILE LEGENDS: BANG-BANG
TUGAS AKHIR**



USM

OLEH

**MUHAMMAD FADHLI MARZUQI
G.211.20.0109**

**PROGRAM STUDI S1 – TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
UNIVERSITAS SEMARANG**

2025

PERNYATAAN PENULIS TUGAS AKHIR

DENGAN JUDUL
PENERAPAN ANALISA MENGGUNAKAN ALGORITMA LOGIKA *FUZZY*
UNTUK EVALUASI PERFORMA PLAYER PADA GAME *MOBILE*
LEGENDS: BANG-BANG

Dengan ini saya :

NAMA : Muhammad Fadhli Marzuqi

NIM : G.211.20.0109

PROGRAM STUDI : S1 – Teknik Informatika

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir (TA) ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Tugas Akhir (TA) ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Komputer saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Semarang,

Penulis,

Muhammad Fadhli Marzuqi

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

DENGAN JUDUL

PENERAPAN ANALISA MENGGUNAKAN ALGORITMA LOGIKA *FUZZY*
UNTUK EVALUASI PERFORMA PLAYER PADA GAME *MOBILE LEGENDS*:
BANG-BANG

OLEH

NAMA : Muhammad Fadhli Marzuqi

NIM : G.211.20.0109

DISUSUN DALAM RANGKA MEMENUHI SYARAT GUNA MEMPEROLEH
GELAR SARJANA KOMPUTER PROGRAM STUDI S1-TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
UNIVERSITAS SEMARANG

TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI
SEMARANG,

KETUA PROGRAM STUDI
S1 – TEKNIK INFORMATIKA

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Khoirudin, S.Kom., M.Eng.

NIS. 06557003102173

Dr. Astrid Novita Putri, S.Kom., M.Kom.

NIS. 06557003102179

DEKAN FTIK USM

Prind Triajeng Pungkasanti, S.Kom, M.Kom.

NIS. 06557003102110

PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR

DENGAN JUDUL

PENERAPAN ANALISA MENGGUNAKAN ALGORITMA LOGIKA *FUZZY*
UNTUK EVALUASI PERFORMA PLAYER PADA GAME *MOBILE*
LEGENDS: BANG-BANG

OLEH

NAMA ; Muhammad Fadhli Marzuqi

NIM : G.211.20.0109

Telah diujikan dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Sidang Tugas
Akhir (TA)

Hari tanggal

Menurut pandangan kami, Tugas Akhir (TA) ini mamadai dari segi kualitas
maupun kuantitas untuk tujuan penganugrahan gelar Sarjana Komputer (S. Kom)

Tanggal

Tanda Tangan

Ketua Tim Penguji

Dr. Astrid Novita Putri, S.Kom., M.Kom.

.....

NIS. 06557003102179

Penguji Pendamping

1.

.....

NIS.

2.

NIS.

.....

ABSTRACT

The development of mobile game technology is getting more and more rapid, one of which is the Mobile Legends: Bang Bang game. In this game, the player's performance is crucial to determine the team's victory. However, manually evaluating a player's performance is highly subjective and time-consuming. Therefore, this study aims to apply fuzzy logic in evaluating player performance in the Mobile Legends: Bang Bang game. Using historical player data collected from official platforms, this study succeeded in developing a fuzzy model that is able to classify player performance based on key variables such as kill death assist, damage dealt, damage taken, damage to turret, gold earned. The fuzzy inference system will generate a player performance evaluation value in the form of a fuzzy value. The results of the research are expected to contribute to the development of a more objective and accurate player performance evaluation system. In addition, the results of this research can also be used by players, esports teams, and game developers to improve performance and playing experience.

Keywords: *Mobile Legends, player performance, fuzzy logic, android technology, game analysis.*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi game mobile semakin pesat, salah satunya adalah game *Mobile Legends: Bang Bang*. Dalam game ini, performa pemain sangat penting untuk menentukan kemenangan tim. Namun, mengevaluasi performa pemain secara manual sangatlah subjektif dan memakan waktu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan logika fuzzy dalam mengevaluasi performa pemain pada game *Mobile Legends: Bang Bang*. Dengan menggunakan data historis pemain yang dikumpulkan dari platform resmi, penelitian ini berhasil mengembangkan model fuzzy yang mampu mengklasifikasikan performa pemain berdasarkan variabel-variabel kunci seperti *kill death assist*, *damage dealt*, *damage taken*, *damage to turret*, *gold earned*. Sistem inferensi fuzzy akan menghasilkan nilai evaluasi performa pemain dalam bentuk nilai fuzzy. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem evaluasi performa pemain yang lebih objektif dan akurat. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat dimanfaatkan oleh pemain, tim esports, dan pengembang game untuk meningkatkan performa dan pengalaman bermain.

Kata Kunci: *Mobile Legends*, performa pemain, logika fuzzy, teknologi android, analisis permainan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “PENERAPAN ANALISA MENGGUNAKAN ALGORITMA LOGIKA FUZZY UNTUK EVALUASI PERFORMA PLAYER PADA GAME MOBILE LEGENDS: BANG-BANG”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh kelulusan Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Semarang.

Penulis menyadari bahwa selama pembuatan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Supari, S.T., M.T, selaku Rektor Universitas Semarang.
2. Ibu Prind Triajeng Pukangsanti, S.Kom., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Semarang.
3. Bapak Khoirudin, S.Kom., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Ibu Siti Asmiatun, S.Kom, M.Kom sebagai Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Aria Hendrawan, S.T., M.Kom. selaku Dosen Wali Teknik Informatika Pagi.
6. Ibu Dr. Astrid Novita Putri, S. Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
7. Dosen beserta Staff dan Pegawai lainnya dilingkungan Universitas Semarang.
8. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat untuk mengerjakan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENULIS TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
PERNYATAAN PENULIS TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR	iv
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir	5
1.6 Metodologi Penelitian	6
1.6.1 Jenis dan Sumber Data	6
1.6.2 Metode Pengumpulan Data	6
1.6.3 Metode Pengembangan Sistem	7
1.7 Sistematika Penulisan	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11

2.1 Penelitian Sebelumnya	11
2.2 <i>Mobile Legends: Bang-Bang</i>	19
2.3 <i>Reasoning</i>	20
2.4 <i>Pre-processing</i>	20
2.5 Python	21
2.6 Algoritma Logika	23
2.7 Logika <i>Fuzzy</i>	24
2.8 Metode <i>Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani</i>	29
2.9 <i>Simple Additive Weighting (SAW)</i>	31
2.10 <i>Hierarchical Mamdani Fuzzy System (HFSM)</i>	31
2.11 <i>Streamlit</i>	32
2.12 Pengujian.....	32
BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN	33
3.1 Perancangan Sistem	33
3.2 Analisa Sistem.....	33
3.2.1 Identifikasi Masalah	33
3.2.2 Penyelesaian Masalah	34
3.3 Analisa Kebutuhan	34
3.3.1 Analisa Kebutuhan Sistem	34
3.3.2 Analisa Kebutuhan <i>Hardware</i>	35
3.3.3 Analisa Kebutuhan <i>Software</i>	35
3.3.4 Analisa Kebutuhan Pengguna	36
3.4 Perancangan Sistem	36
3.4.1 Diagram Tahapan Penelitian	37
3.4.6 Perancangan Dataset	42

3.4.7 Perancangan <i>Interface</i>	43
3.4.7.1 Perancangan Halaman Statistik Dataset Pemain	43
3.4.7.2 Perancangan Halaman Batasan <i>Fuzzy</i>	44
3.4.7.3 Perancangan Halaman Fuzzifikasi	45
3.4.7.4 Perancangan Halaman Inferensi Tabel (<i>Rules</i>)	46
3.4.7.5 Perancangan Halaman Defuzzifikasi	47
3.4.7.6. Perancangan Halaman Hasil Logika <i>Fuzzy</i>	47
BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM.....	50
4.1 Implementasi Sistem	50
4.1.1 Implementasi Dataset	50
4.1.2 Implementasi Antarmuka	51
4.2 Pengujian Sistem.....	61
4.2.1 Pengujian <i>Black Box Testing</i>	61
4.2.2 <i>User Acceptance Test (UAT)</i>	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Arsitektur Logika Fuzzy (Yahya et al., 2023).....	8
Gambar 2. 1 Representasi Linear Naik	26
Gambar 2. 2 Representasi Linear Turun	27
Gambar 2. 3 Kurva Segitiga.....	28
Gambar 2. 4 Kurva Trapesium.....	28
Gambar 3. 1 Flowchart Sistem Evaluasi Performa Player Mobile Legends dengan Logika Fuzzy Mamdani	37
Gambar 3. 2 Diagram HFSM Sistem Analisa untuk Evaluasi Performa Pemain Mobile Legends dengan Logika Fuzzy	39
Gambar 3. 3 Halaman Interface Statistik Dataset Semua Pemain	43
Gambar 3. 4 Halaman Interface Dataset Pengelompokan 5 Hero Banyak Dimainkan	44
Gambar 3. 5 Perancangan Halaman Tabel Batasan Fuzzy	44
Gambar 3. 6 Perancangan Halaman Visualisasi Batasan Fuzzy	45
Gambar 3. 7 Perancangan Halaman Fuzzifikasi	46
Gambar 3. 8 Perancangan Halaman Inferensi Tabel (Rules).....	46
Gambar 3. 9 Perancangan Hasil Defuzzifikasi	47
Gambar 3. 10 Perancangan Halaman Tabel Hasil Logika Fuzzy	48
Gambar 3. 11 Perancangan Halaman Rekapitulasi Hasil Logika Fuzzy per Role	48
Gambar 3. 12 Perancangan Halaman Visualisasi Hasil Logika Fuzzy	49
Gambar 4. 1 Implementas Dataset MPL Indonesia Season 13	50
Gambar 4. 2 Impementasi Halaman Dataset Pemain MPL Season 13	51
Gambar 4. 3 Halaman Dataset Filter 5 Hero Populer MPL Indonesia Season 13	52
Gambar 4. 4 Halaman Dataset Batasan Fuzzy	53
Gambar 4. 5 Halaman Visualisasi Batasan Fuzzy	54
Gambar 4. 6 Halaman Visualisasi Batasan Fuzzy	54
Gambar 4. 7 Halaman Visualisasi Batasan Fuzzy	54
Gambar 4. 8 Halaman Visualisasi Batasan Fuzzy	55
Gambar 4. 9 Halaman Hasil Tabel Dataset Fuzzifikasi	55
Gambar 4. 10 Halaman Penjelasan Tabel Fuzzifikasi	56

Gambar 4. 11 Halaman Deskripsi Tabel Inferensi (Rules)	57
Gambar 4. 12 Halaman Tabel Inferensi Logika Fuzzy	57
Gambar 4. 13 Halaman Tabel Hasil Defuzzifikasi	58
Gambar 4. 14 Halaman Tabel Hasil Akhir Logika Fuzzy	59
Gambar 4. 15 Halaman Tabel Hasil Akhir Performa Pemain dengan Logika Fuzzy	60
Gambar 4. 16 Halaman Tabel Rekapitulasi Jumlah Performa tiap Role	60
Gambar 4. 17 Halaman Visualisasi Jumlah Performa Pemain tiap Role	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jurnal Terkait	11
Tabel 3. 1 Analisa Kebutuhan Sistem	36
Tabel 3. 12 Perancangan Dataset Pemain MPL Indonesia Season 13	42
Tabel 4. 1 Black Box Testing	62
Tabel 4. 2 User Acceptance Test (UAT).....	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Esports telah mengalami perkembangan pesat dalam dekade terakhir, menjadi fenomena global yang menarik perhatian jutaan penggemar dan pemain game di seluruh dunia. Di antara berbagai genre game yang populer, *Multiplayer Online Battle Arena (MOBA)* menonjol sebagai salah satu yang paling dominan, dengan judul-judul game seperti *Dota 2*, *League of Legends*, dan *Mobile Legends: Bang Bang* yang menjadi pusat dari berbagai turnamen dan kompetisi besar Indonesia, dengan populasi generasi muda yang besar dan penetrasi internet yang semakin meluas, telah menjadi pasar penting bagi perkembangan esport MOBA (Ridwan & Maulana, 2024).

Salah satu genre video game yang sedang trend adalah *Multiplayer Online Battle Arena (MOBA)* (Damariva et al., 2018) salah satu game MOBA yang digandrungi salah satunya adalah game Mobile Legends. Mobile Legends merupakan permainan game mobile yang merupakan game strategy dimana ada 2 buah tim yang bertanding dalam sebuah arena, dimana masing-masing tim bertugas untuk menjaga tower-tower atau disebut *base* agar tidak dihancurkan oleh tim lawan, dan untuk memenangkan permainan adalah berhasil menghancurkan *base-base* musuh (Putra & Seimahuira, 2021). Mobile Legends: Bang-Bang diluncurkan pada tahun 2016 oleh Moonton, contoh karakteristik dari permainan ini adalah pemain bekerja sama dalam tim untuk menghancurkan base lawan, sambil mempertahankan base mereka sendiri, pertandingan berlangsung secara real-time, memerlukan strategi tim, kerja sama, dan keterampilan individu. Game ini gratis dimainkan, tetapi menawarkan pembelian dalam game seperti skin karakter, *battle emotes*, dan item lainnya. Game ini dirancang untuk perangkat mobile (*Android dan iOS*), sehingga memiliki kontrol yang disesuaikan untuk layar sentuh. Mobile Legends juga populer di dunia esports, dengan turnamen besar seperti *Mobile Legends Professional League (MPL)* untuk turnamen regional, *Mid Season Cup (MSC)* untuk turnamen tahunan, dan *M-World Championship* untuk turnamen kerjuaraan dunia.

Perkembangan esports khususnya pada genre MOBA seperti Mobile Legends: Bang Bang, evaluasi performa pemain menjadi sangat penting. Di era kompetitif ini, kemampuan individu dan strategi tim yang efektif dapat menentukan hasil pertandingan. *Fuzzy* adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam sistem pengambilan keputusan (Tanjung et al., 2019). Logika samar atau logika *fuzzy* adalah bentuk *soft computing* yaitu sistem yang didasari pada kemampuan dalam melakukan pemetaan vektor, optimasi, identifikasi dan kemampuan lainnya. Dalam pengaplikasiannya logika fuzzy menggunakan pemikiran seorang ahli yang oleh perancang pengendali diekstrak dan diinput kedalam aturan-aturan atau rules jika-maka (if-then) (Lahay et al., 2023). Penelitian yang dilakukan oleh (Ghasemi, A., & Shafiee, M. 2020) dengan judul “*Subjectivity in Performance Evaluations: A Review of the Literature*” yang melakukan penilaian performa pada olahraga sering kali dipengaruhi oleh subjektif memberikan dampak signifikan serta diperlukan metode yang objektif untuk menilai performa pemain dan penelitian yang dilakukan oleh (UtGutiérrez, J., & Rojas, J. 2021) yang berjudul “*Analyzing Player Performance in Multiplayer Online Battle Arena Games through Data Mining Techniques*” menyajikan analisis mendalam untuk mengevaluasi performa pemain dalam game MOBA terutama mobile legends. Penelitian ini juga relevan bagi tim esports di *mobile legends*, karena dapat digunakan untuk menyusun strategi tim yang lebih baik berdasarkan kekuatan individu pemain.

Dalam penelitian ini, penulis memilih metode fuzzy *Mamdani* untuk melakukan evaluasi performa player *mobile legends*. Keputusan ini didasarkan pada hasil penelitian yang membandingkan metode Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto. Berdasarkan jurnal Rumfot, Rindyani Lesnussa, Yopi Andry Rahakbauw, Dorteus Lodewyik (2024) dengan judul “Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Produksi Batu Pecah”, metode *Mamdani* lebih unggul dalam hal kemudahan pemahaman, sebab proses inferensi berbasis aturan *IF-THEN* pada *Mamdani* lebih intuitif dan dapat divisualisasikan secara grafis, sehingga memudahkan dalam menginterpretasikan hasil evaluasi performa player. Sebaliknya, metode *Tsukamoto* cenderung menghasilkan output yang bersifat monoton dan proses perhitungannya lebih

kompleks karena setiap aturan memerlukan fungsi keanggotaan tersendiri untuk outputnya. Sementara itu, metode *Sugeno* memang efisien secara komputasi, terutama untuk sistem kontrol waktu nyata, namun keluaran (*output*) yang dihasilkan berupa nilai linear atau konstan, sehingga kurang fleksibel untuk kasus evaluasi performa yang membutuhkan interpretasi linguistik dan deskriptif. Dengan demikian, penggunaan metode Mamdani dinilai paling sesuai untuk penelitian ini karena menghasilkan output yang mudah dipahami, fleksibel, dan sesuai untuk aplikasi berbasis evaluasi performa player yang bersifat linguistik (Rumfot et al., 2024).

Dengan demikian, metode logika *fuzzy* menggunakan metode *Mamdani* sangat cocok untuk sistem evaluasi performa pemain *Mobile Legends*, metode ini menghasilkan *output* linguistik (*good, decent, bad*) yang sangat mudah dipahami oleh pelatih, pemain, ataupun manajemen tim, dapat menggabungkan banyak variabel statistik seperti *KDA, gold, partisipasi, damage dealt, damage taken, damage turret* secara fleksibel, lalu menerjemahkannya ke dalam keputusan linguistik, serta aturan bisa dimodifikasi dan divisualisasikan dengan mudah.

1.2 Perumusan Masalah

- a. Bagaimana merancang sistem evaluasi performa player *Mobile Legends* berdasarkan data statistik pertandingan menggunakan metode logika *fuzzy Mamdani*?
- b. Bagaimana menentukan aturan fuzzy (*fuzzy rules*) yang tepat untuk mengevaluasi performa pemain berdasarkan variabel statistik seperti *kda, gold, level, partisipation, damage dealt, damage taken, dan damage turret*?
- c. Bagaimana mengimplementasikan dan menguji sistem evaluasi performa player yang dihasilkan, serta bagaimana tingkat akurasi dan interpretasi sistem tersebut dalam memberikan penilaian performa (buruk, sedang, atau bagus) pada pemain *Mobile Legends*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, fokus utama adalah pada permainan *Mobile Legends: Bang Bang*, sebuah *game multiplayer online battle arena* (MOBA) yang sangat

populer di kalangan pemain di seluruh dunia. Permainan ini melibatkan dua tim yang masing-masing terdiri dari lima pemain yang bertanding untuk menghancurkan basis lawan. Beberapa batasan masalah yang dijelaskan adalah:

1. Penelitian ini hanya membahas perancangan, analisa dan implementasi sistem evaluasi performa menggunakan metode *Mamdani* serta, tanpa membandingkan secara mendalam dengan metode *fuzzy* lain seperti *Sugeno* atau *Tsukamoto*.
2. Variabel yang digunakan dalam evaluasi performa pemain dibatasi pada statistik *kda*, *gold*, *level*, *participation*, *damage dealt*, *damage taken*, dan *damage turret*, tanpa mempertimbangkan faktor lain di luar statistik pertandingan.
3. Pengujian sistem evaluasi performa dilakukan pada dataset hasil pertandingan profesional *Mobile Legends: Bang-Bang* yang sudah ada, dan hasil evaluasi hanya difokuskan pada penilaian linguistik (buruk, sedang, dan bagus) tanpa melakukan validasi dengan *feedback* langsung dari pelatih atau pemain.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian yaitu:

1. Meningkatkan tingkat akurasi evaluasi performa player dalam game *Multiplayer Online Battle Arena* dengan mengimplementasikan logika *fuzzy*.
2. Mengatasi kompleksitas dan subjektivitas kriteria penilaian dalam game *Multiplayer Online Battle Arena* melalui penerapan logika *fuzzy* untuk evaluasi performa player.
3. Menghasilkan metode evaluasi performa yang lebih adaptif terhadap variabilitas kemampuan dan strategi pemain menggunakan logika *fuzzy* dalam konteks game *Multiplayer Online Battle Arena*.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

1. Bagi akademik

- a. Diharapkan dapat memberi contoh pengolahan data kompleks menggunakan logika *fuzzy* untuk melengkapi referensi pada pustaka akademi.
- b. Penelitian ini dapat digunakan untuk mengembangkan materi dan konsep algoritma logika *fuzzy*.

2. Bagi Mahasiswa

- a. Meningkatkan pemahaman terhadap bidang Kecerdasan Buatan.
- b. Membuat sebuah proyek Kecerdasan Buatan dari nol yang dapat digunakan sebagai portofolio.
- c. Melalui penelitian ini, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan analisis data, pemrograman, dan strategi permainan yang sangat berharga di dunia kerja, terutama di bidang teknologi dan olahraga.

3. Bagi Universitas

- a. Penelitian ini dapat memberikan wawasan dan strategi yang bermanfaat bagi tim *esports* universitas, meningkatkan performa mereka dalam kompetisi.
- b. Penelitian ini dapat membuka kesempatan untuk kolaborasi dengan industri *esports* dan game, yang dapat memberikan peluang bagi mahasiswa untuk terlibat dalam proyek nyata dan pengalaman kerja.

4. Bagi Masyarakat

- a. Memfokuskan pada analisis performa dan strategi, penelitian ini dapat memberikan informasi edukatif tentang esports, membantu masyarakat memahami potensi positif dari industri ini.
- b. Dengan mendorong pemain untuk berkolaborasi dan belajar dari analisis performa, penelitian ini dapat memperkuat komunitas *gamers*, menciptakan hubungan positif antara anggota komunitas.
- c. Meningkatkan keterampilan pemain dan potensi mereka untuk berkompetisi di tingkat yang lebih tinggi, penelitian ini bisa

berkontribusi pada pertumbuhan industri *esports*, yang berdampak positif pada ekonomi lokal dan nasional.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang diambil adalah metode kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang menghasilkan temuan-temuan baru yang dapat dicapai (diperoleh) dengan menggunakan prosedur-prosedur secara statistik atau cara lainnya dari suatu kuantifikasi (pengukuran). Penelitian dengan menggunakan pendekatan kuantitatif lebih memusatkan perhatian pada beberapa gejala yang mempunyai karakteristik tertentu di dalam kehidupan manusia, yaitu variabel (Ali et al., 2022).

1.6.1 Jenis dan Sumber Data

1) Data Primer

Data primer adalah sumber data utama penelitian yang diproses langsung dari informan dan dikumpulkan secara langsung dari sumbernya oleh peneliti itu sendiri (Tarumasely, 2024).

2) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti, dan data sekunder biasanya terwujud data dokumentasi yang berupa data yang diperoleh dari sumber tidak langsung seperti dari majalah, keterangan-keterangan atau publikasi lainnya (Indrasari, 2020).

1.6.2 Metode Pengumpulan Data

1) Observasi

Metode Observasi adalah merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui sesuatu pengamatan, dengan disertai pencatatan-pencatatan terhadap keadaan atau perilaku objek sasaran. Menurut Nana Sudjana observasi adalah pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap gejala-gejala yang diteliti. Teknik observasi adalah pengamatan dan

pencatatan secara sistematis fenomena-fenomena yang diselidiki. Dalam arti yang luas, observasi sebenarnya tidak hanya terbatas pada pengamatan yang dilaksanakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Sedangkan menurut Sutrisno Hadi metode observasi diartikan sebagai pengamatan, pencatatan dnga sistematis fenomena-fenomena yang diselidiki. Pengamatan (observasi) adalah metode pengumpulan data dimana penelitian atau kolaboratornya mencatat informasi sebagaimana yang mereka saksikan selama penelitian (Hasibuan et al., 2023).

2) Studi Pustaka

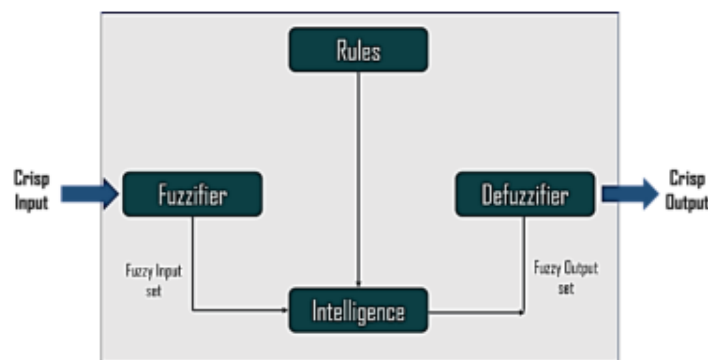
Studi pustaka adalah kegiatan penelitian untuk mengkaji beberapa teori yang bersumber pada referensi ilmiah, seperti skripsi, atau artikel yang termuat pada jurnal penelitian. Penelitian ini mengkaji beberapa artikel ilmiah yang terkait dengan tujuan penelitian. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah mencari teori yang termuat pada buku, jurnal, skripsi, atau artikel ilmiah. Instrument yang digunakan penelitian adalah daftar check list bahan penelitian yang sesuai dengan topik penelitian (Setiawan et al., 2023).

1.6.3 Metode Pengembangan Sistem

Pada Penerapan Analisa Menggunakan Algoritma Logika *Fuzzy* Untuk Evaluasi Performa Player pada *Game Mobile Legends: Bang-Bang*, penulis menggunakan permodelan *Fuzzy Inference System (FIS)*. Metode untuk melakukan sebuah pendekatan komputasi yang cocok untuk menangani performa pemain dalam kategori game *MOBA* yaitu *Mobile Legends: Bang-Bang* mempergunakan metode *Fuzzy Inference System (FIS)* dengan berbasis model aturan (*rule-based system*) yaitu *Mamdani*. Logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika fuzzy

suatu nilai bias bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1 (Nasution, 2020).

Berikut ini merupakan penyusunan maupun pembuatan website dengan menggunakan pengembangan sistem metode *Fuzzy Inference System (FIS)* pada evaluasi performa player pada *Game Multiplayer Online Battle Arena (MOBA)* dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1. 1 Arsitektur Logika Fuzzy (Yahya et al., 2023)

Berikut penjelasan mengenai metode penelitian yang digambarkan dalam bentuk arsitektur diantaranya yaitu:

1) Aturan *Fuzzy*

Tahap ini memberikan aturan-aturan dalam *fuzzy* sistem yang akan dibuat menggunakan perintah “*IF*” dan “*AND*” kemudian menghasilkan perintah “*THEN*”. Misalnya seorang player memiliki hasil setelah selesai pertandingan yaitu jika kill tinggi, death rendah, dan assist sedang, maka performa player tersebut tinggi. Aturan ini dibuat berdasarkan wawasan dari pakar MOBA seperti pelatih, asisten pelatih, dan analis pola data historis. Jumlah aturan tergantung pada kombinasi variabel input contohnya dengan 3 variabel (*Kill*, *Death*, *Assist*) yang masing-masing memiliki 3 tingkat

antara lain rendah, sedang, dan tinggi sehingga aturan ini menjadi inti pengambilan keputusan dalam sistem.

2) Fuzzifikasi

Tahap ini adalah langkah awal dalam penggunaan logika *fuzzy* dalam sistem analisis performa pemain karena memungkinkan sistem menangani ketidakpastian dan representasi data yang lebih fleksibel, dan terukur seperti penilaian manusia. pengolahan nilai nyata yang bersifat pasti kemudian ditransformasikan menjadi nilai *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan. Misalnya untuk variabel "kill" dengan rentang 0-15, fungsi keanggotaan bisa dibagi menjadi "rendah" (0-5), "sedang" (4-10), dan "tinggi" (9-15). Jika kill = 8, maka derajat keanggotaannya mungkin 0,2 untuk "rendah", 0,8 untuk "sedang", dan 0 untuk "tinggi", tergantung pada bentuk fungsi keanggotaan.

3) Inferensi

Dalam tahap ini, sistem mengevaluasi setiap aturan yang berlaku berdasarkan nilai fuzzy dari input. Misalnya, jika kill = "tinggi" (0,7) dan death = "rendah" (0,9), maka aturan "Jika kill tinggi DAN death rendah, maka performa tinggi" akan aktif. Operator logika seperti MIN (untuk AND) atau MAX (untuk OR) digunakan untuk menghitung kekuatan aturan. Hasilnya adalah kumpulan output fuzzy (misalnya, "performa tinggi" dengan derajat 0,7).

4) Defuzzifikasi

Dalam tahap ini, proses defuzzifikasi mengubah himpunan *fuzzy* menjadi nilai tajam. Setelah inferensi menghasilkan output fuzzy (misalnya, kombinasi "performa rendah", "sedang", dan "tinggi" dalam bentuk grafik), defuzzifikasi mengubahnya menjadi satu angka. Metode umum meliputi centroid (rata-rata tertimbang dari area fuzzy), mean of maximum (nilai tengah dari puncak tertinggi), atau weighted average. Misalnya, jika output fuzzy menunjukkan performa "tinggi" (0,7) dan "sedang" (0,3), metode centroid mungkin menghasilkan skor 85 dari skala 0-100. Langkah ini memberikan hasil akhir yang praktis untuk peneliti.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdapat sistematika penulisan sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat tersusun secara sistematis serta dapat memudahkan dalam memahami isi dari penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir yang digunakan yaitu sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang penjelasan semua materi yang digunakan dalam menyusun laporan Tugas Akhir dari buku, jurnal maupun dari sumber lain.

BAB III : ANALISA DAN PERANCANGAN

Berisi tentang analisis kebutuhan sistem dan perancangan solusi, serta spesifikasi teknis

BAB IV : IMPLEMENTASI SISTEM

Berisi tentang penjelasan mengenai implementasi dan pengujian sistem.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Untuk menguraikan dari hasil penelitian yang sebelumnya telah diteliti oleh peneliti sebelumnya yang masih memiliki keterkaitan dengan penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasar pada Penerapan Analisa Menggunakan Algoritma Logika *Fuzzy* Untuk Evaluasi Performa Player pada *Game Mobile Legends: Bang-Bang*. Penulis menyajikan ringkasan mengenai penelitian sebelumnya dalam bentuk tabel sebagai berikut,

Tabel 2. 1 Jurnal Terkait

Tahun, Judul	Penulis/Peneliti	Hasil
Subjectivity in Performance Evaluations: A Review of the Literature (2020)	Ghasemi, A., & Shafiee, M. (2020)	<p>Penilaian performa dalam olahraga sering kali dipengaruhi oleh faktor subjektif. Penulis mengkaji berbagai literatur yang ada dan mengidentifikasi beberapa faktor yang berkontribusi terhadap penilaian yang tidak konsisten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa:</p> <ul style="list-style-type: none">• Subjektivitas dapat menyebabkan perbedaan

		<p>signifikan dalam penilaian performa pemain.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diperlukan metode yang lebih objektif untuk mengevaluasi performa, seperti penggunaan data statistik dan analisis berbasis algoritma
<p>Analyzing Player Performance in Multiplayer Online Battle Arena Games through Data Mining Techniques</p>	<p>(UtGutiérrez, J., & Rojas, J. (2021))</p>	<p>Menyajikan analisis mendalam tentang bagaimana teknik data mining dapat digunakan untuk mengevaluasi performa pemain dalam game MOBA (Multiplayer Online Battle Arena). Dengan menggunakan data yang diambil dari permainan, penulis berhasil mengidentifikasi pola yang menunjukkan kekuatan dan</p>

		<p>kelemahan pemain, yang dapat membantu dalam peningkatan keterampilan.</p> <p>Penelitian ini memberikan rekomendasi spesifik untuk pemain berdasarkan analisis data, termasuk area yang perlu diperbaiki dan strategi yang bisa diterapkan untuk meningkatkan performa.</p> <p>Temuan ini juga relevan bagi tim esports, karena dapat digunakan untuk menyusun strategi tim yang lebih baik berdasarkan kekuatan individu pemain.</p>
Fuzzy Logic Applied to System Monitors (2021)	(Khan et al., 2021)	<p>Riset melakukan peningkatan performa sistem pengawas dengan mengeksplorasi <i>Fuzzy Inference Systems</i> (FIS), melakukan parameterisasi</p>

		<p>terhadap FIS, dan melakukan fine-tuning terhadap rule thresholds atau batas dari aturan. Hasilnya, sistem pengawasan yang dibekali oleh <i>fuzzy logic</i> dapat mendeteksi kegagalan sistem sebelum kegagalan dapat mempengaruhi sistem.</p> <p>Hasil penelitian menunjukkan adanya gradien yang dapat terdeteksi dalam ruang keadaan FIS, yang menunjukkan bahwa sistem monitor berbasis logika fuzzy dapat mengantisipasi pelanggaran aturan atau kegagalan sistem.</p>
Simple Fuzzy Decision Support Model for Evaluating the Cryptocurrency's Performance (2022)	(Utama, 2022)	<p>Untuk mengevaluasi performa dari <i>cryptocurrency</i>, riset ini mengaplikasikan sistem fuzzy logic terhadap 3 parameter <i>cryptocurrency</i>, yaitu: <i>time series close price</i>,</p>

		<p><i>daily max-min price</i>, dan <i>transaction number</i>.</p> <p>Riset ini mengambil data dari transaksi 3 <i>cryptocurrency</i> selama 6 bulan terakhir, yaitu Bitcoin, Ethereum dan Dogecoin. Hasilnya Bitcoin mempunyai performa terbaik dengan 36.39 poin.</p>
<p>Fuzzy Simple Additive Weighting for Polytechnic Major Selection Based on High School Student Interest and Ability. (2022)</p>	<p>(Nawindah & Sofwan, 2022)</p>	<p>Riset ini menggunakan algoritma <i>Fuzzy Simple Additive Weighting</i> untuk menyeleksi universitas yang sesuai berdasarkan 3 parameter: akreditasi universitas, nilai rapor murid, dan prestasi ekstrakurikuler dari murid. Hasilnya, algoritma dapat mencocokkan 45 dari 70 dataset.</p>
<p>Perbandingan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>, <i>Sugeno</i>, dan <i>Tsukamoto</i> untuk Menentukan Jumlah Produksi Batu Pecah</p>	<p>(Rumfot et al., 2024)</p>	<p>Metode <i>Mamdani</i> lebih mudah dipahami karena proses inferensi menggunakan aturan <i>IF-THEN</i> yang intuitif dan hasilnya dapat</p>

		<p>divisualisasikan secara grafis, sehingga sangat membantu dalam interpretasi hasil evaluasi. Jika menggunakan metode <i>Tsukamoto</i>, proses perhitungannya menjadi lebih rumit karena setiap aturan membutuhkan fungsi keanggotaan output tersendiri dan hasil akhirnya cenderung monoton. Sementara itu, metode Sugeno memang lebih efisien dari sisi komputasi, tetapi output yang dihasilkan hanya berupa nilai linear atau konstan sehingga kurang cocok untuk evaluasi performa yang membutuhkan penilaian secara linguistik dan deskriptif. Seperti yang ditulis dalam jurnal tersebut</p>
--	--	--

Penelitian yang dilakukan oleh (Ghasemi, A., & Shafiee, M. 2020) dengan judul “*Subjectivity in Performance Evaluations: A Review of the Literature*” mengkaji subjektivitas yang sering muncul dalam penilaian performa di berbagai

bidang. Penulis melakukan tinjauan literatur mendalam untuk mengidentifikasi faktor-faktor subjektif yang berkontribusi terhadap ketidak konsistenan penilaian, seperti bias pribadi atau kurangnya standar objektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa subjektivitas dapat menyebabkan perbedaan signifikan dalam hasil evaluasi performa, yang berpotensi merugikan. Mereka merekomendasikan penggunaan pendekatan objektif, seperti analisis data statistik atau algoritma berbasis data, untuk mengurangi subjektivitas dan meningkatkan akurasi evaluasi. Penelitian ini relevan dengan tugas akhir Anda karena menyoroti pentingnya pendekatan objektif dalam mengevaluasi performa pemain MOBA, di mana logika fuzzy dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dan data ambigu.

Penelitian yang dilakukan oleh (UtGutiérrez, J., & Rojas, J. 2021) yang berjudul "*Analyzing Player Performance in Multiplayer Online Battle Arena Games through Data Mining Techniques*" menyajikan analisis mendalam untuk mengevaluasi performa pemain dalam game MOBA terutama mobile legends. Penelitian ini juga relevan bagi tim esports di *mobile legends*, karena dapat digunakan untuk menyusun strategi tim yang lebih baik berdasarkan kekuatan individu pemain.

Khan et al. (2021) dalam "*Fuzzy Logic Applied to System Monitors*" mengeksplorasi penerapan logika fuzzy dalam sistem pemantauan, khususnya melalui *Fuzzy Inference Systems (FIS)*. Penelitian ini melakukan parameterisasi terhadap *FIS* dan *fine-tuning* terhadap *rule thresholds* atau batas aturan untuk meningkatkan sensitivitas sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum terjadi. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem berbasis *fuzzy logic* dapat mendeteksi kegagalan sistem dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan pendekatan tradisional, serta mengidentifikasi gradien perubahan dalam ruang kerja yang dapat terdeteksi secara dini. Penelitian ini relevan karena menunjukkan kemampuan logika *fuzzy* dalam menangani data kompleks dan dinamis, yang dapat diadaptasi untuk mengevaluasi performa pemain MOBA secara *real-time* berdasarkan variabel seperti *KDA* dan kontribusi tim.

Utama (2022) dalam penilitannya dengan judul "*Simple Fuzzy Decision Support Model for Evaluating the Cryptocurrency's Performance*"

mengembangkan model pendukung keputusan berbasis logika *fuzzy* untuk mengevaluasi performa *cryptocurrency*. Penelitian ini menggunakan tiga parameter utama, yaitu *time series close price*, *daily max-min price*, dan *transaction number* untuk menghasilkan skor performa *cryptocurrency* seperti *Bitcoin*, *Ethereum*, dan *Dogecoin* berdasarkan data transaksi selama enam bulan terakhir. Hasilnya menunjukkan bahwa *Bitcoin* memiliki performa terbaik dengan skor 36,39 poin, menegaskan efektivitas logika *fuzzy* dalam menangani data finansial yang fluktuatif.

Nawindah dan Sofwan (2022) dalam penilitiannya dengan judul "*Fuzzy Additive Weighting for Polytechnic Major Selection Based on High School Student Interest and Ability*" menerapkan algoritma *Fuzzy Simple Additive Weighting* untuk menyeleksi jurusan polteknik berdasarkan minat dan kemampuan siswa SMA. Penelitian ini menggunakan tiga parameter utama, yaitu akreditasi universitas, nilai rapor, dan prestasi ekstrakurikuler siswa, untuk menghasilkan rekomendasi jurusan yang sesuai. Dengan menganalisis 70 dataset, algoritma ini berhasil merekomendasikan 45 pilihan jurusan yang optimal. Hasil ini menunjukkan kemampuan logika fuzzy dalam pengambilan keputusan berbasis multi-kriteria, yang dapat menjadi referensi untuk mengembangkan sistem evaluasi performa pemain MOBA dengan mempertimbangkan berbagai variabel performa secara terpadu.

Rumfot, Rindyani Lesnussa, Yopi Andry Rahakbauw, Dorteus Lodewyik (2024) dengan judul "Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Produksi Batu Pecah" terdapat tiga metode yang dapat digunakan yaitu metode *fuzzy Mamdani*, *Sugeno* dan *Tsukamoto*. Berdasarkan data penelitian pada PT. Abdi Sarana Nusa berupa data permintaan, persediaan dan produksi dari bulan Januari 2021 sampai Desember 2022. Maka diperoleh hasil penelitian berupa hasil produksi dengan menggunakan perbandingan *MAPE* dari ketiga metode, diperoleh persentase *error* dari metode *Mamdani* 28,34% tingkat kebenarannya 71,66%, dan metode *Sugeno* 28,98% tingkat kebenarannya 71,02%, serta metode *Tsukamoto* 23,02% tingkat kebenarannya 76,98%, yang berarti kemampuan model peramalan layak (cukup

baik). Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *Tsukamoto* lebih baik karena persentase error yang didapat lebih kecil dibandingkan dengan metode *Mamdani* dan *Sugeno*, untuk perencanaan produksi yang lebih baik pada PT. Abdi Sarana Nusa.

Berdasarkan analisis enam jurnal penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa penerapan logika *fuzzy* menawarkan pendekatan yang sangat relevan dan efektif untuk mengatasi tantangan evaluasi performa pemain dalam game *Multiplayer Online Battle Arena (MOBA)*, seperti yang tercakup dalam judul tugas akhir saya. Pendekatan ini memungkinkan pengurangan subjektivitas dalam penilaian, memanfaatkan analisis data untuk mengidentifikasi pola performa, serta menangani data dinamis dan ambigu seperti statistik permainan (*kill, death, assist*) secara *real-time*. Logika *fuzzy* juga mendukung pengambilan keputusan berbasis multi-kriteria yang adaptif dan akurat, memungkinkan pengembangan sistem evaluasi yang konsisten, mendukung strategi permainan berbasis data, serta memberikan manfaat signifikan bagi pemain, pelatih, dan pengembang game.

2.2 Mobile Legends: Bang-Bang

Mobile Legends: Bang Bang atau MLBB esports mempertemukan tim-tim di seluruh Asia Tenggara dan kawasan lain di seluruh dunia untuk memperebutkan kursi di Kejuaraan Dunia. Game *online mobile legends* adalah sebuah game online yang bertemakan pertempuran multi pemain (MOBA) mirip dengan game *Dota 2* di mana setiap player menggunakan strategi untuk memenangkan pertempuran 5v5 melawan tim lawan (Rani et al., 2019). Game *online mobile legends* atau biasa di singkat MLBB juga merupakan sebuah game online gratis yang terinspirasi dari *League of Legends*. Game asal China ini dibuat pada tanggal 14 Mei 2016 dan resmi merilis *Mobile Legend* ke pasar *android* pada 14 Juli 2016 dan 9 November 2016 untuk pasar *IOS*. Empat tahun pasca kelahiran MLBB, kini game besutan *Moonton* ini berhasil menjadi salah satu game terpopuler di ASEAN (Nawawi et al., 2021). Game *online Mobile Legends* adalah sebuah game *multiplayer* yang dimainkan secara tim 5 vs 5 untuk mengalahkan musuh atau tim lawan. Game *Mobile Legends*

merupakan game online yang cukup populer, hal ini dapat dilihat jumlah download di *Playstore* sudah lebih dari 500 juta kali di *download* pada *playstore*.

Game *online Mobile Legends* merupakan game *online* yang populer di kalangan siswa, terutama siswa laki-laki. Tak jarang siswa memainkan game ini di sekolah bersama teman-temannya pada saat jam istirahat di sekolah. selain di sekolah siswa juga memainkan game ini di rumah, ataupun di tempat siswa biasa nongkrong atau berkumpul bersama teman-temannya (Barseli & Sriwahyuningsih, 2023).

2.3 Reasoning

Algoritma *reasoning* adalah serangkaian langkah atau prosedur logis yang digunakan untuk memecahkan masalah atau mencapai kesimpulan dengan menggunakan pemikiran atau logika. Ini melibatkan penggunaan informasi yang tersedia untuk mengidentifikasi pola, membuat asumsi, dan mengambil keputusan yang rasional. *reasoning* merepresentasikan masalah ke dalam basis pengetahuan lalu menggunakan strategi penalaran untuk menemukan solusi (Santoso et al., 2020). Dalam *reasoning*, individu menggunakan logika, pengetahuan, dan pemahaman konsep untuk menyusun premis-premis yang diberikan dan menghasilkan inferensi yang konsisten dengan aturan-aturan logis yang diterapkan. Proses ini dapat melibatkan deduksi (menghasilkan kesimpulan yang pasti dari premis yang diberikan), induksi (mencapai kesimpulan umum dari data yang spesifik), atau abduksi (membuat penjelasan yang paling masuk akal dari informasi yang tersedia). Reasoning merupakan inti dari kemampuan berpikir kritis dan solusi masalah, serta menjadi dasar bagi pengembangan kecerdasan buatan dan sistem pemrosesan informasi yang cerdas.

2.4 Pre-processing

Preprocessing adalah tahap yang dilakukan sebelum proses pelatihan pada suatu algoritma dan tahapan yang penting bagi dataset pada proses *mining*. *Preprocessing* dilakukan untuk menghindari dataset yang kurang sempurna, terdapat *noise* pada dataset, data-data yang tidak konsisten dan mempercepat pemrosesan terhadap dokumen (Septiana et al., 2021). *Preprocessing* sangat penting karena kualitas data yang baik memastikan bahwa model atau analisis yang

dibangun berdasarkan data tersebut memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Pada Logika Fuzzy dilakukan *Pre-Processing* untuk menentukan *Fuzzy Limit*. Dengan menentukan *fuzzy limits* dengan baik, kita dapat memastikan bahwa model fuzzy memiliki representasi yang tepat dari domain masalah dan bahwa output yang dihasilkan dapat memberikan jawaban yang akurat dalam konteks aplikasinya.

2.5 Python

Python adalah bahasa pemrograman yang menggunakan interpreter untuk menjalankan kode programnya. *Interpreter* tersebut dapat menerjemahkan kode secara langsung, dan *Python* dapat dijalankan di berbagai platform seperti Windows, Linux, dan lain-lain (Nazar, 2024). *Python* dikenal dengan sintaksis yang sederhana dan mudah dipahami, membuatnya ideal untuk pemula dalam pemrograman dan sangat populer di kalangan pengembang berpengalaman. Keunggulan utama *Python* adalah fleksibilitasnya, memungkinkan pengembang untuk mengerjakan berbagai jenis proyek, termasuk pengembangan web, analisis data, kecerdasan buatan, dan pengembangan perangkat lunak. *Python* memiliki ekosistem yang kaya dengan berbagai perpustakaan dan kerangka kerja yang mempermudah pengembangan perangkat lunak yang efisien dan efektif. Dengan komunitas yang aktif dan dukungan yang kuat dari berbagai industri, *Python* tetap menjadi pilihan yang kuat untuk pengembangan perangkat lunak modern.

A. Pandas

Library Pandas merupakan merupakan salah satu library Python untuk eksplorasi dan manipulasi data (Zulvian et al., 2021). Pandas menyediakan struktur data yang kuat dan efisien, seperti Data Frame, yang memungkinkan pengguna untuk mengimpor, mengorganisir, dan menganalisis data dengan mudah. Ini membantu dalam membersihkan, memproses, dan memanipulasi dataset yang beragam dalam berbagai format, seperti CSV, Excel, SQL, dan banyak lagi. Pandas juga dilengkapi dengan beragam fungsi dan metode yang memungkinkan pengguna untuk melakukan operasi seperti pemilihan data, penggabungan data, penyusunan ulang data, dan penghitungan statistik dengan cepat dan mudah. Dalam

dunia analisis data, Pandas telah menjadi perangkat penting yang mempercepat pengembangan proyek analitik dan memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap data yang kompleks. Dengan komunitas yang aktif dan berbagai sumber daya belajar yang tersedia, Pandas terus menjadi alat yang sangat berharga bagi para ilmuwan data, analis data, dan pengembang perangkat lunak di seluruh dunia.

B. Numpy

Numpy adalah fasilitas Python untuk mengimport *library* yang fokus pada *scientific computing*. *NumPy* memiliki kemampuan untuk membentuk objek *Ndimensional array* (Valentino et al., 2023). Library ini memungkinkan pemrosesan data dan perhitungan ilmiah dengan mudah, menjadikannya alat yang penting dalam pengembangan aplikasi ilmu data, pembelajaran mesin, dan analisis statistik. Dengan kecepatan eksekusi yang tinggi dan dukungan untuk berbagai operasi aljabar linier, *NumPy* memungkinkan pengguna untuk mengelola dan menganalisis data dalam skala besar. Kombinasi *NumPy* dengan perpustakaan lain dalam ekosistem *Python*, seperti *Pandas* dan *Matplotlib*, memberikan landasan yang kuat bagi ilmuwan data dan peneliti untuk menjelajahi dan memahami data dengan lebih mendalam dan efisien. Dengan kontribusi konstan dari komunitas *open source*, *NumPy* tetap menjadi komponen integral dalam dunia ilmu data dan komputasi ilmiah.

C. Random

Library "random" memungkinkan pengguna untuk mengatasi ketidakpastian dalam pemodelan atau pengujian, serta untuk menambahkan unsur kejutan atau variasi dalam program. Dengan demikian, *library "random"* merupakan komponen yang berguna dalam pengembangan perangkat lunak untuk berbagai keperluan. *Random* biasanya dilakukan dengan cara diundi namun unit yang sudah diundi bisa kembali. *Random* pada pelaksanaannya bisa menggunakan lotre undian atau tabel random. *Library* ini memungkinkan pengembang untuk menghasilkan bilangan acak, memilih elemen acak dari daftar, atau mengacak urutan elemen dalam

daftar. Fungsi-fungsi ini berguna dalam berbagai aplikasi, termasuk simulasi, pengujian, dan pengacakan data.

D. Jupyter Notebook

Jupyter Notebook adalah sebuah editor Python berbasis web yang dapat dijalankan melalui peramban (browser) (Rahman et al., 2023). Dalam *Jupyter Notebook*, peneliti dapat menulis dan menjalankan kode *Python* secara bertahap dalam sel-sel yang terpisah, memungkinkan eksplorasi data yang interaktif dan pemahaman yang mendalam. Selain itu, *Jupyter Notebook* mendukung berbagai bahasa pemrograman lain, termasuk *R*, *Julia*, dan banyak lagi. Ini memungkinkan kolaborasi yang mudah antara pemrogram dan analis data dengan latar belakang berbeda. Peneliti dapat menyertakan teks naratif, rumus matematika, visualisasi, dan hasil komputasi dalam satu dokumen yang dapat dibagikan dalam format berkas atau diunggah secara online.

2.6 Algoritma Logika

Logika dan algoritma dapat memudahkan dalam pembelajaran bahasa pemrograman, kemudahan yang dimaksud adalah kemudahan dalam membuat program per struktur, yaitu struktur program runtunan, struktur program percabangan, dan struktur program perulangan (Muhammad Romzi & Kurniawan, 2020). Dengan logika algoritma, pengembang perangkat lunak dapat merinci langkah-langkah yang jelas dan terstruktur untuk menyelesaikan tugas tertentu, baik itu pengolahan data, perhitungan matematika, atau pengambilan keputusan otomatis. Logika algoritma memainkan peran kunci dalam mengoptimalkan kinerja perangkat lunak, mengurangi kompleksitas, dan memastikan bahwa algoritma beroperasi sesuai yang diinginkan. Ini juga membantu dalam memecahkan masalah dengan pendekatan yang logis dan sistematis, memungkinkan pemrograman untuk mengidentifikasi solusi yang tepat dengan efisiensi. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang logika algoritma adalah inti dari pemrograman yang sukses dan pengembangan solusi perangkat lunak yang efisien.

2.7 Logika Fuzzy

Logika fuzzy (dilansir dari Wikipedia) adalah bentuk logika yang banyak nilai di mana nilai kebenaran variabel dapat berupa bilangan real antara 0 dan 1. Ini digunakan untuk menangani konsep kebenaran parsial, di mana nilai kebenaran dapat berkisar antara benar sepenuhnya dan sepenuhnya salah (Yahya et al., 2023). Logika klasik, yang berbasis pada prinsip kebenaran boolean dengan nilai yang tegas seperti 0 atau 1, hitam atau putih, dan ya atau tidak, mengekspresikan kebenaran sebagai entitas diskrit. Sebaliknya, logika Fuzzy mengenali bahwa beberapa konsep tidak selalu memiliki kejelasan biner. Dalam logika Fuzzy, kita dapat menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran yang dapat bervariasi di antara 0 dan 1. Dengan menggunakan istilah linguistic, logika Fuzzy memungkinkan kita untuk menyatakan konsep-konsep seperti "sedikit", "setengah", dan "banyak" dengan lebih akurat. Sebagai contoh, dalam logika Fuzzy, kita dapat menggambarkan tingkat keanggotaan suatu objek terhadap konsep "sedikit ringan" sebagai 0,3 yang berarti objek tersebut memiliki berat yang tidak sepenuhnya ringan namun juga tidak sepenuhnya berat.

A. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan bentuk perluasan dan sekaligus untuk mengantisipasi kelemahan penggunaan himpunan tegas (*crisp*). Anggota dari himpunan *fuzzy* memiliki nilai keanggotaan berupa bilangan *real* pada interval 0 sampai dengan 1. Pada tahap pembentukan himpunan *fuzzy*, variabel input dan output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Fungsi implikasi bergantung pada metode *fuzzy* yang digunakan. Jika digunakan metode *fuzzy* mamdani, maka fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi minimum. Pada tahap komposisi aturan, proses inferensi diperoleh dari kumpulan dan kolerasi aturan-aturan karena sistem *fuzzy* itu sendiri terdiri dari beberapa aturan sesuai dengan hasil atau output yang diharapkan. *Input* dari proses penegasan (*defuzzification*) adalah himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari hasil komposisi beberapa aturan (*rules*) *fuzzy*. Adapun *output* yang dihasilkan dari proses penegasan (*defuzzification*) ini merupakan suatu bilangan yang berasal dari himpunan *fuzzy* pada suatu

interval tertentu. Sehingga perlu diambil suatu nilai tegas (*crisp*) tertentu sebagai *outputnya* (Rifanti et al., 2023).

Menurut penelitian (Aiken & Islamy, 2024) dengan judul “Prediksi Stok Tahu Mingguan dengan Metode *Fuzzy Mamdani*” memberikan contoh kasus yaitu sebuah pabrik tahu di daerah sentolo memiliki persediaan bahan tahu 410 kg per minggu di pabriknya. Dengan bahan baku 550 kg, dan harga baku tahu Rp 5.250.000 per kilogram. Berapakah jumlah stok tahu yang harus dibuat oleh pabrik tahu untuk memenuhi persediaan tersebut.

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

- a. Himpunan Fuzzy untuk persediaan 410 berada kurva sedikit.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{sedikit}}[410] &= (560 - 410) / 450 \\ &= 0,33\end{aligned}$$

- b. Himpunan Fuzzy untuk bahan 550 kg berada pada kurva banyak.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{banyak}}[550] &= (600 - 550) / 600 \\ &= 0,083\end{aligned}$$

- c. Himpunan Fuzzy untuk untuk harga 5.250.000 berada pada kurva Murah dan normal .

$$\begin{aligned}\mu_{\text{murah}}[5.250.000] &= (7.800.000 - 5.250.000) / 5.579.000 \\ &= 0,45\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{normal}}[5.250.000] &= (5.250.000 - 4.750.000) / 5.579.000 \\ &= 0,08\end{aligned}$$

B. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah sebuah proses mengubah data angka menjadi nilai fuzzy untuk digunakan dalam system logika fuzzy dengan cara mendefinisikan tingkat keanggotaan dari masing-masing input dan output (Aiken & Islamy, 2024). Ini memungkinkan penanganan informasi yang tidak pasti atau ambigu dalam pengambilan keputusan atau pemodelan sistem. Fuzzifikasi merupakan langkah awal dalam penggunaan logika fuzzy dalam berbagai aplikasi, seperti sistem kendali otomatis, analisis data, dan pengambilan keputusan, karena memungkinkan representasi data dalam

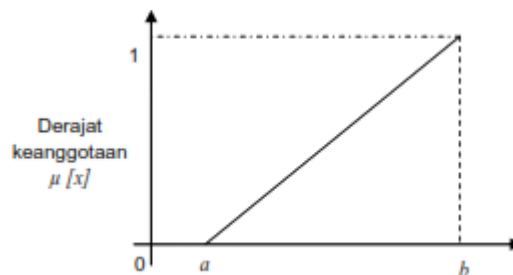
bahasa yang lebih manusiawi dan terukur. Dengan fuzzifikasi, kita dapat mengubah variabel-variabel numerik menjadi konsep-konsep linguistik yang lebih mudah dimengerti, sehingga memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan yang lebih bijaksana dalam situasi yang ambigu atau tidak pasti.

C. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu carayang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (Sudarmana, 2021). Ada beberapa fungsi yang bisa dipakai, antara lain:

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai sebuah garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak kekanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

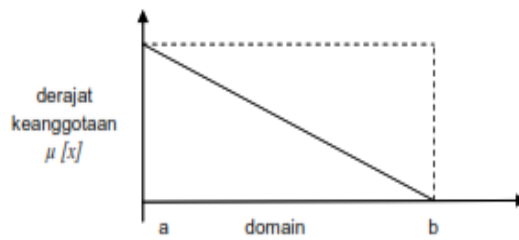


Gambar 2. 1 Representasi Linear Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases}$$

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai *domain* dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



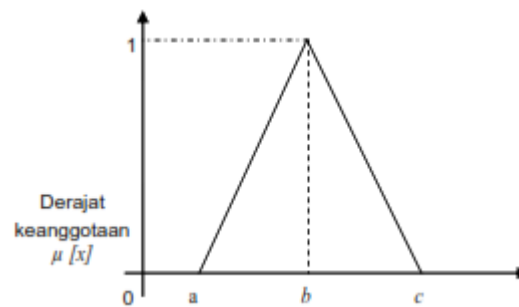
Gambar 2. 2 Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0 & x \geq b \end{cases}$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear).



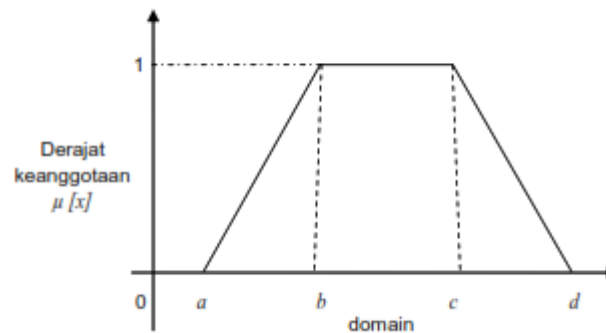
Gambar 2. 3 Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan:

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

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2. 4 Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

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

D. Inferensi Fuzzy

Inferensi *fuzzy* merupakan tahap evaluasi pada aturan *fuzzy*. Tahap evaluasi dilakukan berdasarkan penalaran dengan menggunakan input fuzzy dan aturan *fuzzy* sehingga diperoleh output berupa himpunan *fuzzy*. (Nisa et al., 2020).

E. Operasi Fuzzy

Operasi fuzzy adalah serangkaian prosedur dan aturan matematis yang digunakan dalam logika fuzzy untuk memanipulasi nilai keanggotaan dan mengambil keputusan berdasarkan tingkat kebenaran. Operasi-operasi ini mencakup implikasi fuzzy, konjungsi fuzzy, dan disjungsi fuzzy. Implikasi fuzzy menggambarkan hubungan sebab-akibat antara pernyataan Fuzzy, sedangkan konjungsi fuzzy dan disjungsi fuzzy mewakili operasi logika yang menangani konsep keanggotaan di antara nilai 0 dan 1.

F. Defuzzifikasi

Tahapan defuzzifikasi disebut juga tahap penegasan dimana input dari proses defuzzification adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari aturan-aturan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya, sedangkan output yang dihasilkan adalah bilangan pada himpunan fuzzy itu sendiri. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu maka dapat diambil nilai real sebagai output (Nisa et al., 2020).

2.8 Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani

Metode Mamdani sering dikenal sebagai metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan (Sudarmana, 2021):

a. Pembentukan himpunan fuzzy

Pembentukan himpunan *fuzzy* atau fuzzifikasi merupakan proses pengolahan berupa nilai real yang bersifat pasti (Crisp Input) kemudian ditransformasikan ke bentuk Fuzzy Input berupa nilai linguistik yang semantiknya ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan (Setiawan et al., 2023). Pada metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

b. Aplikasi fungsi implikasi

Aplikasi fungsi implikasi dalam logika *fuzzy* memainkan peran penting dalam menghubungkan aturan-aturan inferensi dan menghasilkan keputusan yang tepat dalam sistem *fuzzy*. Fungsi implikasi menggambarkan hubungan sebab-akibat antara pernyataan *fuzzy*, di mana nilai kebenaran dari satu pernyataan memengaruhi nilai kebenaran pernyataan lainnya. Dalam konteks ini, fungsi implikasi memainkan peran sentral dalam menentukan sejauh mana suatu kondisi atau peristiwa tertentu akan memengaruhi hasil akhir sistem. Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*.

c. Komposisi aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu *max*, *additive* dan *probalistik OR* (*probor*).

d. Defuzzifikasi

Tahapan defuzzifikasi disebut juga tahap penegasan dimana input dari proses defuzzification adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari aturan-aturan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya, sedangkan output yang dihasilkan adalah bilangan pada himpunan fuzzy itu sendiri. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu maka dapat diambil nilai real sebagai output (Nisa et al., 2020). (Vinsensia, 2021). Pada Metode Mamdani, input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Salah satu metode dari defuzzifikasi adalah metode centroid. Metode *centroid* dapat disebut *Center of Area* (*Center of Gravity*) adalah metode yang paling lazim dan paling banyak diusulkan oleh banyak peneliti untuk digunakan.

2.9 Simple Additive Weighting (SAW)

Simple Additive Weighting (SAW) yang merupakan metode populer dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, di mana setiap alternatif dinilai dengan bobot yang sesuai. Ini membantu mengkompensasi antara kriteria yang berbeda dan memberikan panduan yang intuitif bagi pengambil keputusan (Raufani & Munggaran, 2023). Sebagai Contoh:

A. Alternatif

(A1, A2)

B. Bobot

C1 (Bobot: 0.6) C2 (Bobot: 0.4)

C. Matriks Keputusan

	C1	C2
A1	7	5
A2	6	8

D. Normalisasi Matriks Keputusan

	C1	C2
A1	0.7	0.5
A2	0.6	0.8

E. Hasil Akhir

Alternatif	Hasil Akhir
A1	$(0.6 * 0.7) + (0.4 * 0.5) = 0.62$
A2	$(0.6 * 0.6) + (0.4 * 0.8) = 0.68$

Alternatif A2 memiliki nilai hasil akhir tertinggi, sehingga menurut metode SAW, A2 dipilih sebagai alternatif terbaik dalam pengambilan keputusan.

2.10 Hierarchical Mamdani Fuzzy System (HFSM)

Hierarchical Fuzzy System Mamdani merupakan sistem fuzzy Mamdani yang menggunakan beberapa level inferensi untuk meningkatkan akurasi klasifikasi (Siti Nurjanah, 2023)

2.11 Streamlit

Streamlit adalah kerangka kerja sumber terbuka untuk tim Pembelajaran Mesin dan Ilmu Data (Maulana & Laksana, 2024). *Streamlit* adalah *framework open-source* yang memungkinkan pengembang untuk dengan mudah membuat aplikasi web interaktif menggunakan Python. Dengan *Streamlit*, pengembang dapat membuat aplikasi web yang dinamis dan responsif dengan cepat tanpa perlu pengetahuan mendalam tentang pengembangan web. *Framework* ini menyediakan alat-alat yang kuat untuk menggabungkan komponen seperti grafik, tabel, dan widget interaktif dengan mudah, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan data secara langsung melalui antarmuka yang intuitif. *Streamlit* juga menawarkan fitur-fitur seperti hot-reloading, yang memungkinkan pengembang untuk melihat perubahan secara langsung saat mengembangkan aplikasi.

2.12 Pengujian

Pengujian merupakan tahap akhir dalam melakukan suatu pengembangan aplikasi. Pengujian dilakukan sebelum aplikasi yang dikembangkan di publish secara global. Tujuan dari pengujian adalah agar dapat melihat apakah aplikasi yang dikembangkan dapat berjalan sesuai apa yang diharapkan atau tidak. Contoh Pengujian, Sebagai berikut:

a. *BlackBox Testing*

Black box adalah salah satu pengujian yang sering digunakan karena pengujian ini tidak perlu mengetahui apa isinya, cukup melakukan pengujian bagian luarnya. Pengujian *black box* hanya melibatkan antara input dan output. Pengujian ini menangani kebutuhan pelanggan dari input yang valid maupun tidak valid (Parlika et al., 2020).

b. *User Acceptance Test (UAT)*

UAT(*User Acceptance Testing*) yaitu pengujian aplikasi terhadap pengguna yang dilakukan sehubungan dengan kebutuhan pengguna terakhir atau *end user* (Wulandari et al., 2023).

BAB III

ANALISA DAN PERANCANGAN

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah proses perancangan untuk merancang sistem atau memperbaiki sistem yang telah ada sehingga sistem menjadi lebih baik serta dapat mengerjakan pekerjaan secara efektif dan efisien, yang dimana pada tahapan proses ini digunakan untuk menentukan atau merancang sistem yang nantinya diimplementasikan dengan tujuan memenuhi kebutuhan pengguna sistem. Sehingga penulis akan membangun sebuah sistem Penerapan Analisa Menggunakan Algoritma Logika *Fuzzy* Untuk Evaluasi Performa Player pada *Game Mobile Legends: Bang-Bang*.

3.2 Analisa Sistem

Analisa sistem adalah adalah teknik pemecahan masalah dengan menguraikan masalah di dalam suatu sistem menjadi komponen-komponen yang lebih kecil untuk memudahkan dalam memahami suatu masalah. Selain digunakan untuk mengetahui performa pemain pada game MOBA yaitu *Mobile Legends Bang Bang*, analisis sistem juga digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan dan hambatan yang terjadi untuk mendapatkan kebutuhan yang diharapkan dari suatu sistem sehingga dapat diusulkan perbaikan.

3.2.1 Identifikasi Masalah

Penulis telah mengidentifikasi beberapa masalah dan kendala yang terjadi pada ketidakpastian dalam menilai dan mengevaluasi performa pemain *Mobile Legends: Bang Bang* pada sebuah tim. Masalah ini timbul karena performa pemain tidak bergantung pada statistik dasar pada game *MOBA* seperti jumlah *kill*, *death*, dan *assist* (*KDA*), tetapi juga faktor kualitatif seperti kerja sama tim, pengambilan keputusan, dan adaptasi strategi yang sulit diukur secara konvensional. Selain itu, sistem evaluasi bawaan game sering kali dianggap kurang akurat oleh pemain karena tidak mempertimbangkan

konteks permainan secara menyeluruh, misalnya peran spesifik hero yang dimainkan atau situasi pertandingan.

3.2.2 Penyelesaian Masalah

Pendekatan yang diusulkan adalah penerapan logika *fuzzy* sebagai solusi untuk mengatasi ketidakpastian tersebut. Logika *fuzzy* dipilih karena kemampuannya untuk memodelkan data yang ambigu dan memberikan penilaian yang lebih fleksibel dengan menggabungkan variabel kuantitatif (seperti KDA dan *damage*) serta kualitatif (seperti kontribusi pada objektif permainan). Dalam konteks *Mobile Legends: Bang Bang*, sistem ini dirancang untuk menganalisis performa pemain berdasarkan peran hero, seperti *tank*, *mage*, *fighter*, *assasin*, serta *marksman* dengan mempertimbangkan parameter tambahan seperti tingkat partisipasi dalam *team fight* atau pengendalian objektif (misalnya *turtle* atau *lord*). Dengan demikian, penyelesaian masalah ini diharapkan dapat menghasilkan evaluasi yang lebih adil dan kontekstual, sehingga meningkatkan pengalaman pemain dan memberikan wawasan yang lebih mendalam bagi pengembang game dalam menyempurnakan mekanisme penilaian.

3.3 Analisa Kebutuhan

3.3.1 Analisa Kebutuhan Sistem

Sistem evaluasi performa pemain *Mobile Legends: Bang Bang* ini dirancang menggunakan metode logika *fuzzy* permodelan *mamdani* yang dipilih karena kemampuannya menangani aturan berbasis manusia yaitu *IF-THEN rules* dan menghasilkan *output* yang mudah diinterpretasikan. Untuk menampilkan hasil sistem tersebut menggunakan *Jupyter Notebook* sebagai pendukung proses eksplorasi data, visualisasi, serta pengujian logika *fuzzy* secara sederhana dan interaktif, peneliti selain mengolah data tetapi juga penyajian hasil evaluasi kepada pengguna akhir. Dengan demikian, setelah sistem dikembangkan dan diuji pada *Jupyter Notebook*, sistem menampilkan

hasil ke *Streamlit* untuk membangun antarmuka pengguna yang mudah diakses dan *open source*. *Streamlit* dipilih sebagai kebutuhan lanjutan karena kemampuannya untuk mengubah kode *python* menjadi aplikasi web sederhana tanpa memerlukan keahlian mendalam dalam pengembangan *front-end*, sehingga cocok untuk memvisualisasikan hasil evaluasi performa pemain secara real-time. Dengan demikian menyajikan hasil kepada pengguna, yang secara keseluruhan mendukung tujuan penelitian dalam memberikan evaluasi performa yang akurat bagi pemain *Mobile Legends Bang-Bang*.

3.3.2 Analisa Kebutuhan *Hardware*

Hardware yang dibutuhkan dalam pembuatan dan pengembangan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop ASUS M490DA AMD Radeon Graphics
2. Processor AMD Athlon Silver Radeon 3050U Graphics
3. RAM 4 GB
4. HDD 1000 GB/1 Tera
5. Keyboard dan Mouse
6. Jaringan internet

3.3.3 Analisa Kebutuhan *Software*

Dalam pembuatan sistem evaluasi ini diperlukan *software* lain sebagai pendukung dalam pembuatan sistem, antara lain:

1. *Operating System* (OS) berupa Windows versi 11
2. *Browser* Google Chrome
3. Platform atau environment *Anaconda*
4. Web *open source* Jupyter Notebook
5. Bahasa Pemrograman *Python*
6. *DrawIo*

3.3.4 Analisa Kebutuhan Pengguna

Pada tahapan analisis kebutuhan pengguna ini dilakukan analisis daftar pengguna dari sistem yang akan dibuat. Penentuan siapa saja yang akan menggunakan aplikasi web evaluasi ini, maka dijelaskan dalam tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3. 1 Analisa Kebutuhan Sistem

No.	Pengguna	Fungsi
1.	Peneliti	<ul style="list-style-type: none"> • Menginput data statistik player dari hasil turnamen MLBB Indonesia pada website resmi MPL Indonesia. • Mengimplementasikan sistem ke Streamlit untuk visualisasi dan aksesibilitas hasil.
2.	Semua Pengguna	<ul style="list-style-type: none"> • Mengakses hasil evaluasi performa melalui antarmuka <i>Streamlit</i> secara interaktif. • Memahami hasil performa berdasarkan peran hero dan konteks pertandingan dengan penjelasan sederhana.

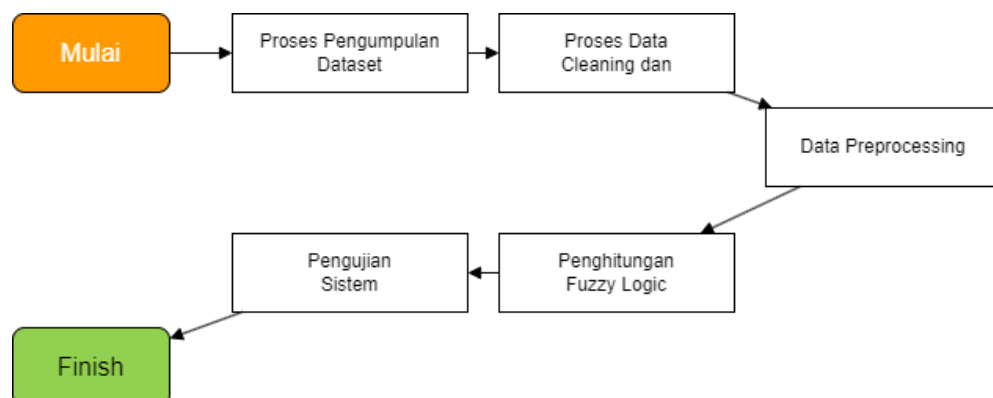
3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem menggunakan metode *Hierarchical Fuzzy System Mamdani (HFSM)* untuk membuat sistem evaluasi performa player *Mobile Legends*. Metode ini dipilih pada penelitian ini karena mampu mengatasi kompleksitas penilaian performa pemain *Mobile Legends* yang bersifat multi-fitur dan multi-role menjadi beberapa *subsystem fuzzy* yang lebih sederhana dan spesifik.

Dengan *HFSM*, setiap *role* dapat memiliki aturan dan batas *fuzzy* yang sesuai karakteristiknya, sehingga hasil evaluasi lebih akurat, relevan, mudah dikembangkan, dan terstruktur. Selain itu, pendekatan hierarki pada *HFSM* memudahkan pemeliharaan sistem serta sangat cocok digunakan untuk data statistik yang tidak pasti dan multi-dimensi sebagaimana pada performa pemain profesional *Mobile Legends* di Indonesia. Proses evaluasi dimulai dari dataset hasil pertandingan turnamen pemain yang terdiri dari variabel-variabel seperti *KDA*, *Gold*, *Level*, *Participation*, *Damage Dealt*, *Damage Taken*, dan *Damage Turret*. Dataset ini (berasal dari file *csv* bernama *MPLID_S13_POS.csv*) dikelompokkan ke dalam beberapa *subsystem fuzzy*, contoh: *Skill*, *Objektif*, dan *Teamwork*. Setiap *subsystem* menghasilkan penilaian parsial (contoh: *Skill* baik, *Objektif* sedang). Hasil dari *subsystem* ini kemudian menjadi input *fuzzy* pada level berikutnya, yaitu sistem *fuzzy* utama, untuk menentukan nilai performa akhir (*bad*, *decent*, *good*). Dengan pendekatan hierarki ini, penilaian menjadi lebih terstruktur dan detail karena mempertimbangkan aspek-aspek performa secara bertingkat.

3.4.1 Diagram Tahapan Penelitian

Berikut adalah gambaran bagan bagaimana proses evaluasi performa pemain *Mobile Legends: Bang-Bang* menggunakan logika *fuzzy* metode *Mamdani*



Gambar 3. 1 *Flowchart* Sistem Evaluasi Performa *Player Mobile Legends* dengan Logika *Fuzzy Mamdani*

1. Mulai

- Proses dimulai sebagai inisiasi sistem evaluasi performa pemain Mobile Legends.

2. Proses Pengumpulan Dataset

- Dataset pemain dicari dan diunduh dari hasil pertandingan profesional dalam format file *csv*, berisi fitur-fitur seperti *KDA*, *Gold*, *Level*, *Participation*, *Damage Dealt*, *Damage Taken*, dan *Damage Turret*.

3. Proses Data Cleaning dan

- Data diperiksa dan dibersihkan dari duplikasi, data kosong, dan hanya diambil data dari 5 hero terpopuler di setiap role.

4. Data Preprocessing

- Data diproses lebih lanjut memilih fitur utama, mengelompokkan berdasarkan role, dan menyiapkan data untuk proses fuzzy.

5. Penghitungan *Fuzzy Logic*

- Penentuan batas *fuzzy* (*min*, *mean*, *max*) tiap variabel per role.
- Fuzzifikasi: setiap nilai statistik diubah ke derajat keanggotaan fuzzy (*low*, *medium*, *high*).
- Pembentukan rule base: kombinasi label fuzzy tiap fitur dipetakan ke performa (*bad*, *decent*, *good*).
- Inferensi: sistem mencari aturan yang sesuai dan mengambil output performa untuk setiap pemain.

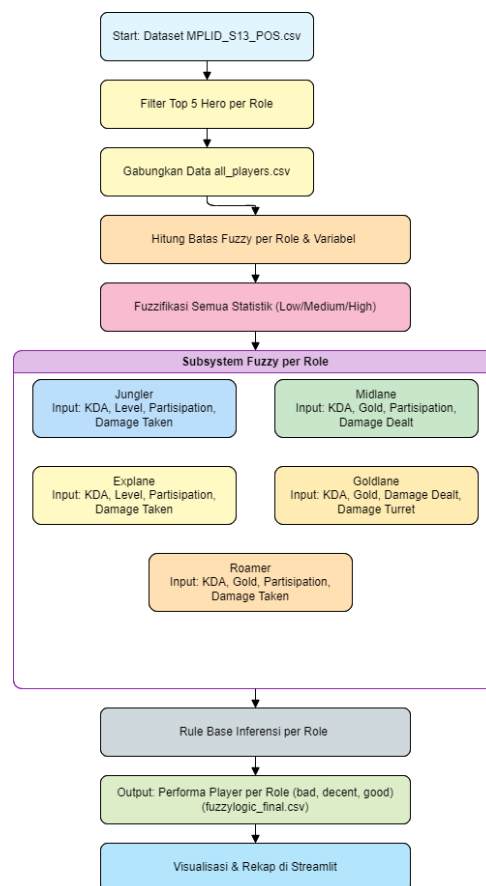
6. Pengujian Sistem

- Hasil output performa (*bad*, *decent*, *good*) untuk tiap pemain dievaluasi, divisualisasikan, dan dapat diakses user melalui aplikasi web.

7. Finish

- Proses selesai, seluruh hasil evaluasi performa pemain telah diperoleh dan dapat dipakai untuk analisis.

Berikut adalah gambaran bagan bagaimana proses evaluasi performa pemain menggunakan logika *fuzzy* metode *Hierarchical Fuzzy System Mamdani (HFSM)* yang dibuat dengan *drawio*.



Gambar 3. 2 Diagram *HFSM* Sistem Analisa untuk Evaluasi Performa Pemain *Mobile Legends* dengan Logika *Fuzzy*

1. *Start: Dataset MPLID_S13_POS.csv*

Proses dimulai dengan pengambilan data mentah berupa statistik pemain *Mobile Legends* dengan 10 kolom utama (*Player_Name*, *Player_Role*, *Hero_Pick*, *KDA*, *Gold*, *Level*, *Participation*, *Damage_Dealt*, *Damage_Taken*, *Damage_Turret*) dari file *csv* hasil pertandingan profesional turnamen MPL Indonesia Season 13 babak *play off*.

2. *Filter Top 5 Heri per Role*

Data difilter untuk setiap *role* (*jungler*, *explane*, *midlane*, *roamer*, *goldlane*), hanya mengambil **5 hero yang paling sering dimainkan** di tiap *role*. Tujuannya untuk fokus pada hero yang paling relevan dan mengurangi *noise* dari hero yang jarang dipakai.

3. Gabungkan Dataset dari hasil *filter role*

Data hasil filter dari setiap *role* kemudian dijadikan satu dataset baru, sehingga seluruh data *player* dari kelima *role* terakumulasi dalam satu file kemudian simpan dan beri nama file menjadi ***all_players.csv***. Dataset ini menjadi dasar untuk proses fuzzy berikutnya.

4. Hitung Batas *Fuzzy* per *Role* & Variabel

Untuk tiap kombinasi *role* dan variabel statistik, dihitung nilai minimum, rata-rata (*mean*), dan maksimum. Nilai inilah yang akan menjadi batas bawah, tengah, dan atas pada fungsi keanggotaan fuzzy (*low*, *medium*, *high*). Hasilnya disimpan di ***fuzzy_limits.csv***.

5. Fuzzifikasi Semua Variabel Statistik

Setiap nilai statistik pemain (*KDA*, *Gold*, dll.) diubah menjadi derajat keanggotaan fuzzy berdasarkan batas *fuzzy* yang sudah dihitung. Proses ini adalah level 1 pada *HFSM*, di mana semua fitur numerik difuzzifikasi untuk seluruh data.

6. *Subsystem Fuzzy* per *Role*

Pada tahap ini, sistem fuzzy dibagi menjadi beberapa *subsystem* sesuai *role*. Setiap *subsystem* menerima 4 fitur utama yang paling relevan untuk *role* tersebut, misalnya:

- **Jungler:** *KDA*, *Level*, *Participation*, *Damage_Taken*
- **Midlane:** *KDA*, *Gold*, *Participation*, *Damage_Dealt*
- **Explane:** *KDA*, *Level*, *Participation*, *Damage_Taken*
- **Goldlane:** *KDA*, *Gold*, *Damage_Dealt*, *Damage_Turret*
- **Roamer:** *KDA*, *Gold*, *Participation*, *Damage Taken*

Tiap *subsystem* melakukan inferensi *fuzzy* masing-masing menggunakan input *fuzzy* hasil fuzzifikasi (Level 1), sesuai prinsip *HFSM* di mana masalah kompleks dipecah ke beberapa blok *fuzzy* bertingkat.

7. Rule Base Inferensi per Role

Setiap *subsystem* menggunakan *rule base* (aturan *fuzzy*) yang telah didefinisikan berdasarkan kombinasi label *fuzzy* dari fitur-fitur inputnya. Contohnya **JIKA** *KDA = high* **DAN** *Level = high* **DAN** *Participation = medium* **DAN** *Damage_Taken = low* \rightarrow **MAKA** *Performance = good*. *Rule base* ini membentuk *Level 2 decision making* pada *HFSM*, dengan *output* berupa label performa *fuzzy* (*bad, decent, good*).

8. Output Performa Player per Role (*bad, decent, good*)

Setiap pemain, berdasarkan *role* dan fitur-fitur utamanya, akhirnya mendapatkan hasil penilaian performa *fuzzy* (*bad* atau *decent* atau *good*). Hasil ini disimpan dalam file (*fuzzylogic_final.csv*) dan bisa digunakan untuk evaluasi atau rekomendasi.

9. Visualisasi dan Rekapitulasi

Hasil akhir dari seluruh proses ditampilkan secara interaktif menggunakan aplikasi *Streamlit*. Pengguna dapat melihat performa tiap pemain sesuai *role* nya, distribusi performa, dan rekapitulasi hasil *fuzzy logic*.

Ringkasan Diagram *HFSM*:

- **Level 1 Fuzzifikasi:** Semua fitur statistik diubah ke domain *fuzzy* (*low, medium, high*) berdasarkan batas tiap *role*.
- **Level 2 Subsystem Fuzzy:** Setiap *role* diproses oleh *subsystem fuzzy Mamdani* yang terpisah, dengan fitur input utama yang relevan untuk *role* tersebut.
- **Level 3 Output:** Hasil inferensi *fuzzy subsystem* digabung untuk mendapatkan penilaian akhir performa tiap pemain.

3.4.6 Perancangan Dataset

Perancangan dataset ini digunakan sebagai sumber data utama dalam menentukan performa pemain pada turnamen *Mobile Legends Professional League Indoensia Season 13* pada babak *play off* menggunakan logika *fuzzy*. Dataset yang digunakan diperoleh dari hasil mengunduh pada website www.kaggle.com dalam format CSV (*Comma Separated Values*) agar mudah diolah.

Tabel 3. 2 Perancangan Dataset Pemain MPL Indonesia *Season 13*

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
Player_Name	String	Nama pemain
Player_Role	String	Posisi atau peran pemain dalam tim (<i>Jungler, Explane, Midlane, Goldlane, Roamer</i>)
Hero_Pick	String	Nama hero yang digunakan oleh pemain
KDA	Float	Rasio <i>Kill/Death/Assist</i> (misal: 5.0, 14.0)
Gold	Integer	Total gold yang diperoleh pemain selama pertandingan
Level	Integer	Level tertinggi yang dicapai pemain pada pertandingan
Participation	Float	Persentase kontribusi pemain untuk tim
Damage_Dealt	Integer	Total damage yang diberikan ke lawan

Damage_Taken	Integer	Total damage yang diterima dari lawan
Damage_Turret	Integer	Total damage yang diberikan ke turret lawan

3.4.7 Perancangan *Interface*

3.4.7.1 Perancangan Halaman Statistik Dataset Pemain

Halaman statistik dataset pemain dirancang untuk menampilkan dua tabel statistik performa pemain *Mobile Legends* dari *season 13*, khususnya pada babak *play off* dengan *patch 1.8.7BC*. Tabel pertama dengan 7 kolom utama terdiri dari data pemain, *role* yang dimainkan, dan hero yang dipakai dilengkapi hasil statistiknya yaitu *KDA*, *gold*, *level*, *participation*, *damage_dealt*, *damage taken*, dan *damage turret*. Tabel kedua berisi informasi 5 hero yang banyak dimainkan untuk setiap *role*. Perancangan halaman statistik dataset pemain dapat ditunjukkan pada gambar 3.14 dan 3.15

Player_Name	Player_Role	Hero_Pick	KDA	Gold	Level	Participation	...
Reyy	Jungler	Ling	14	10540	15	0.78	29512
Luke	Explane	Barats	14	7201	12	0.78	23618
Aboy	Midlane	Faramis	17	7649	12	0.94	48185
Balayskie	Roamer	Helcurt	5	6933	12	0.56	27795
Coderaa	Goldlane	Harith	16	9.159	13	0.89	56.072

Gambar 3. 3 Halaman *Interface* Statistik Dataset Semua Pemain

The screenshot shows a web application titled 'Performa Player Mobile Legends'. The browser address bar displays 'https://performaplayermobilelegends.streamlit.app/'. On the left sidebar, under 'Fuzzy Logic Mobile Legends', the 'Statistik Dataset' option is selected. The main content area displays a text block stating: 'Dataset sudah difilter berdasarkan 5 hero yang paling banyak dimainkan di setiap role' followed by a list of heroes for each role: Jungler (Fredrinn, Baxia, Ling, Barats, Akai), Explane (Cici, Terizla, Yu Zhong, Xborg, Masha), Midlane (Luo Yi, Valentina, Novaria, Faramis, Phorsa), Roamer (Ruby, Minotaur, Chip, Edith, Franco), and Goldlane (Roger, Claude, Karrie, Natan, Maskov). Below this text is a table of player performance data.

Player_Name	Player_Role	Hero_Pick	KDA	Gold	Level	Participation	...
Reyy	Jungler	Ling	14	10540	15	0.78	24512
1rrad	Jungler	Baxia	0.6	4871	10	0.75	18400
Aboy	Midlane	Faramis	17	7649	12	0.94	48185
Clayyy	Midlane	Luo Yi	1.7	7839	13	1	57285
Cadaraa	Goldlane	Harith	16	9.159	13	0.89	56.072
Branz	Goldlane	Claude	11	13253	15	0.65	39167
...

Gambar 3. 4 Halaman Interface Dataset Pengelompokan 5 Hero Banyak Dimainkan

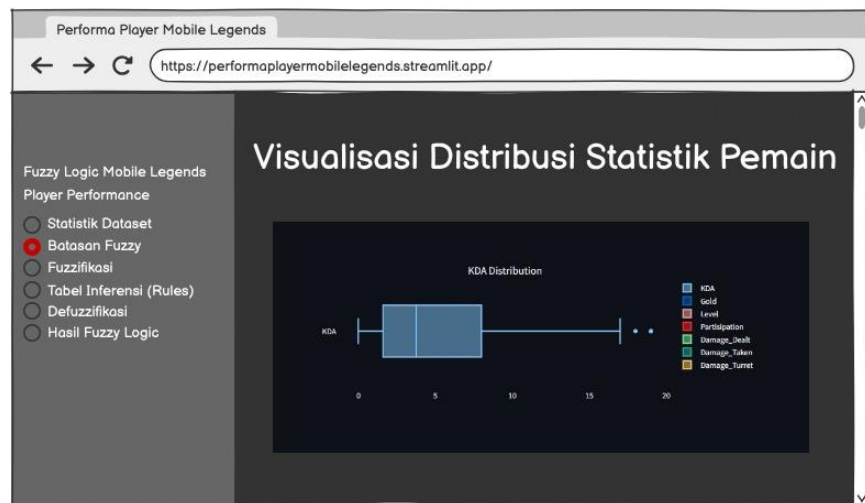
3.4.7.2 Perancangan Halaman Batasan *Fuzzy*

Halaman batasan *fuzzy* menampilkan tabel batasan nilai dari dataset pemain serta visualisasinya. Tabel menunjukkan batas nilai minimum, rata-rata, dan maksimum setiap variabel untuk setiap role, struktur tabel terdiri dari kolom *role*, variabel, *min_val*, *mean_val*, *max_val*. Kemudian dibuat visualisasinya dalam bentuk boxplot dan dilengkapi keterangan variabel yang warnanya berbeda tiap variabelnya. Perancangan halaman batasan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 3.16 dan 3.17

The screenshot shows the same web application, but the 'Batasan Fuzzy' option is selected in the sidebar. The main content area is titled 'Tabel & Visualisasi Batasan Fuzzy' and includes a descriptive text: 'Tabel ini menunjukkan batas nilai minimum, rata-rata, dan maksimum setiap variabel untuk setiap role. Batas ini digunakan sebagai acuan pembuatan fungsi keanggotaan fuzzy.' Below the text is a table showing the fuzzy boundary values for different roles and variables.

Role	Variabel	min_val	mean_val	max_val
Jungler	KDA	0	4.915094339622642	19
Jungler	Gold	4809	9884.056603773584	16994
Jungler	Level	10	14.528301886792454	15
Jungler	Participation	0.4	0.7188679245283017	1
Jungler	Damage_Dealt	9987	29710.094339622643	54023
...

Gambar 3. 5 Perancangan Halaman Tabel Batasan *Fuzzy*



Gambar 3. 6 Perancangan Halaman Visualisasi Batasan Fuzzy

3.4.7.3 Perancangan Halaman Fuzzifikasi

Halaman ini menampilkan judul "Tabel Hasil Fuzzifikasi" beserta penjelasan singkat bahwa setiap variabel statistik pemain akan diubah ke derajat keanggotaan fuzzy. Tabel pada halaman ini dirancang dengan 7 kolom utama dataset pemain kemudian diikuti dengan kolom-kolom hasil fuzzifikasi (μ_K , μ_{Go} , dan seterusnya). Di bagian bawah tabel, interface menampilkan contoh hasil fuzzifikasi, contoh ini menunjukkan interpretasi nilai dalam format yang mudah dipahami, seperti yang dicontohkan pada kasus salah satu pemain yang telah dikonversi ke dalam derajat keanggotaan fuzzy. Perancangan halaman fuzzifikasi dapat ditunjukkan pada gambar 3.18

Performa Player Mobile Legends

https://performaplayermobilelegends.streamlit.app/

Tabel Hasil Fuzzifikasi

Setiap variabel statistik pemain diubah ke derajat keanggotaan fuzzy (μ): Rendah, Sedang, Tinggi.

Player_Na	Player_R	Hero_Pi	KD	Gold	Lev	Participati	...	mu_K	Mu_Go	...
Reyy	Jungler	Ling	14	1054	15	0.78	2951	...	...	...
Luke	Explane	Barats	14	7201	12	0.78	2361	...	...	...
Aboy	Midlane	Faramis	17	764	12	0.94	4818	...	...	...
Balowskie	Roamer	Helcurt	5	693	12	0.56	2779	...	...	...
Cadaraa	Goldlane	Harith	16	915	13	0.89	56.07	...	...	...

Contoh Hasil Fuzzifikasi (Player: Reyy, Role: Jungler, Hero: Ling):
 $\mu_{KDA} : 0.35, 0.65 \rightarrow$ KDA pemain ini 35% Medium, 65% High
 $\mu_{Gold} : 0.91, 0.09 \rightarrow$ Gold yang didapat 91% Medium, 9% High

Gambar 3. 7 Perancangan Halaman Fuzzifikasi

3.4.7.4 Perancangan Halaman Inferensi Tabel (Rules)

Perancangan halaman Tabel Inferensi *Fuzzy Logic* dirancang dan dilengkapi penjelasan detail untuk setiap *role* (*Jungler*, *Midlane*, *Explane*, *Goldlane*, *Roamer*) beserta variabel-variabel yang digunakan. Tabel inferensi didesain dengan kolom-kolom yang mencakup *Role*, *KDA*, *Gold*, *Level*, *Participation*, *Dmg_Dealt*, dan *Dmg_Token*, di mana setiap baris menampilkan kombinasi aturan fuzzy (*low*, *medium*, *high*) untuk variabel-variabel tersebut. Perancangan halaman inferensi tabel dapat dilihat pada gambar 3.19

Performa Player Mobile Legends

https://performaplayermobilelegends.streamlit.app/

Tabel Inferensi Fuzzy Logic

Penjelasan dan keterangan dari tabel inferensi

Jungler : KDA, level, Partisipation, Damage_Taken
 Midlane : KDA, Gold, Partisipation, Damage_Dealt
 Explane : KDA, Level, Partisipation, Damage_Taken
 Goldlane : KDA, Gold, Damage_Dealt, Damage_Turret
 Roamer : KDA, Level, Partisipation, Damage_Taken

Role	KDA	Gold	Level	Participation	Dmg_Dealt	Dmg_Taken
Jungler	low		low	low		low
Jungler	low		low	low		medium
Jungler	low		low	low		high
Jungler	low		low	medium		low
Jungler	low		low	medium		medium

Gambar 3. 8 Perancangan Halaman Inferensi Tabel (Rules)

3.4.7.5 Perancangan Halaman Defuzzifikasi

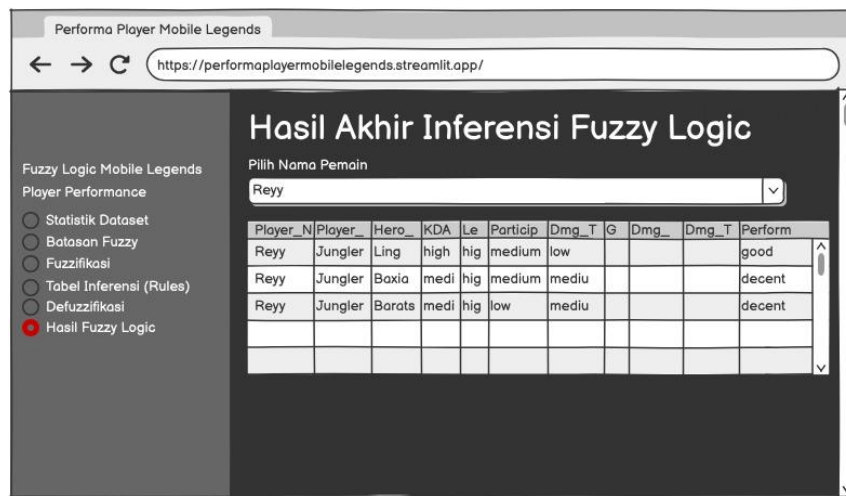
Halaman Defuzzifikasi menampilkan hasil akhir proses fuzzy logic dalam bentuk tabel. Pada tahap ini, nilai keanggotaan minimum ($\min(\mu)$) dari setiap kategori output seperti 'bad', 'decent', dan 'good' dikelompokkan sesuai dengan aturan inferensi.. Tabel juga menampilkan detail setiap pemain beserta nilai defuzzifikasi masing-masing. Perancangan halaman defuzzifikasi dapat dilihat pada gambar 3.20



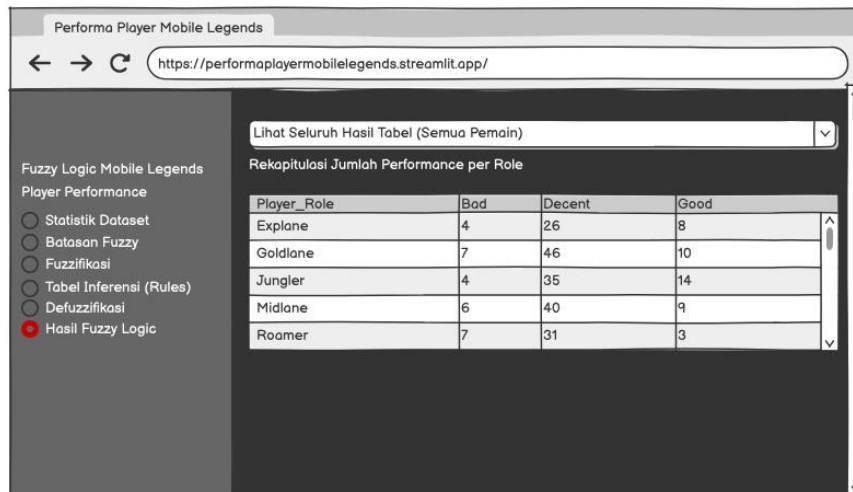
Gambar 3. 9 Perancangan Hasil Defuzzifikasi

3.4.7.6. Perancangan Halaman Hasil Logika Fuzzy

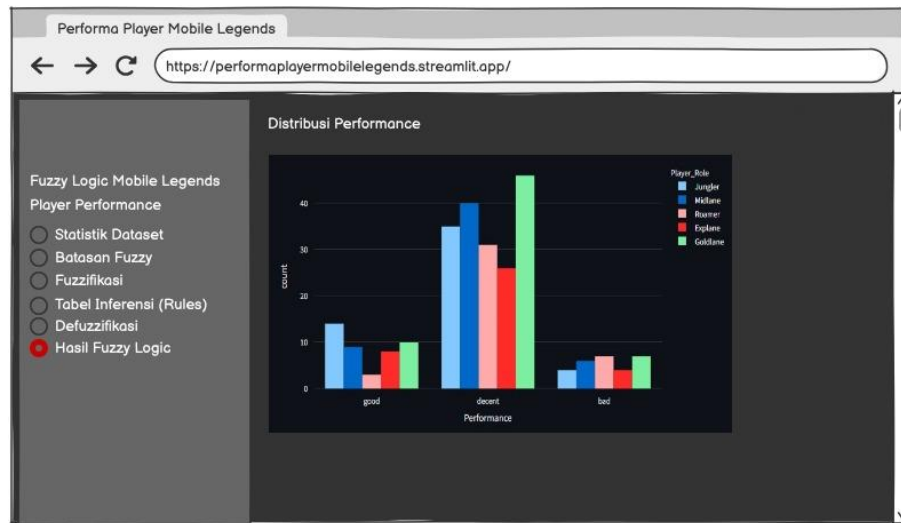
Halaman hasil akhir logika fuzzy Logic dirancang dengan tiga bagian utama yang informatif. Bagian pertama user memilih nama pemain spesifik untuk melihat hasil akhir performanya dari penghitungan logika fuzzy antara *bad*, *decent*, dan *good*. Bagian kedua menampilkan tabel rekapitulasi yang memberikan gambaran jumlah pemain per *role*. Terakhir, ditampilkan visualisasi berupa grafik distribusi performance yang memudahkan analisis perbandingan performa antar role pemain secara visual. Perancangan hasil logika fuzzy dapat ditunjukkan pada gambar 3.21, 3.22, dan 3.23.



Gambar 3. 10 Perancangan Halaman Tabel Hasil Logika *Fuzzy*



Gambar 3. 11 Perancangan Halaman Rekapitulasi Hasil Logika *Fuzzy* per *Role*



Gambar 3. 12 Perancangan Halaman Visualisasi Hasil Logika *Fuzzy*

BAB 1V

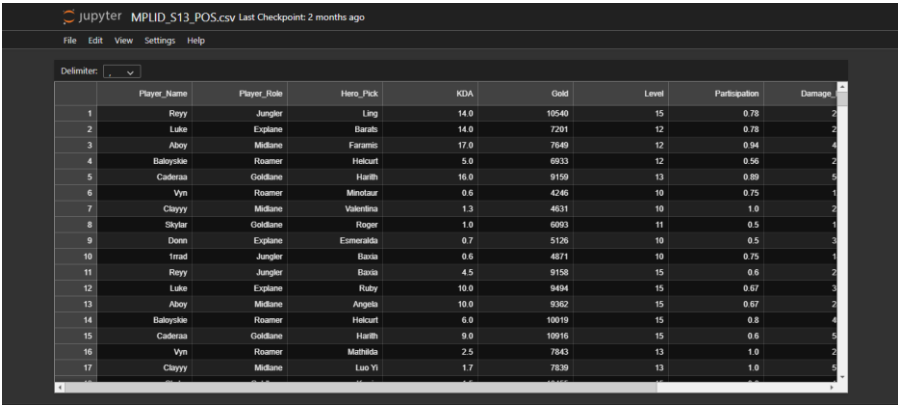
IMPLEMENTASI SISTEM

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah prosedur sistem yang dilakukan untuk menyelesaikan perancangan sistem yang telah disetujui seperti menguji, menginstal, dan memulai menggunakan sistem yang baru atau sistem yang diperbaiki. Implementasi sistem merupakan tahap meletakkan sistem supaya siap untuk dioperasikan.

4.1.1 Implementasi Dataset

Implementasi dataset yang digunakan dalam Penerapan Analisa Logika Fuzzy Untuk Evaluasi Performa Player Pada Game Multiplayer Online Battle Arena (Moba) untuk game *Mobile Legends: Bang-Bang* yaitu dengan mencari dataset sebuah website bernama www.kaggle.com kemudian mengunduhnya dalam format CSV (*Comma Separated Values*). Berikut ini adalah tabel dataset yang digunakan untuk sistem menentukan performa pemain *Mobile Legends: Bang-Bang* dengan penerapan logika fuzzy metode *mamdani* menggunakan *jupyter notebook*.



	Player_Name	Player_Role	Hero_Pick	KDA	Gold	Level	Participation	Damage
1	Reyy	Jungler	Ling	14.0	10540	15	0.78	2
2	Luke	Explane	Barats	14.0	7201	12	0.78	2
3	Abey	Midlane	Faramis	17.0	7640	12	0.94	4
4	Balyskie	Roamer	Hekurt	5.0	6933	12	0.56	2
5	Cadessa	Goldlane	Harith	16.0	9159	13	0.89	5
6	Vyn	Roamer	Minotaur	0.6	4246	10	0.75	1
7	Clayyy	Midlane	Valentina	1.3	4631	10	1.0	2
8	Skytar	Goldlane	Roger	1.0	6093	11	0.5	1
9	Dann	Explane	Esmeralda	0.7	5126	10	0.5	3
10	Imad	Jungler	Baxia	0.6	4871	10	0.75	1
11	Reyy	Jungler	Baxia	4.5	9158	15	0.6	2
12	Luke	Explane	Ruby	10.0	9494	15	0.67	3
13	Abey	Midlane	Angela	10.0	9362	15	0.67	2
14	Balyskie	Roamer	Hekurt	6.0	10019	15	0.8	4
15	Cadessa	Goldlane	Harith	9.0	10916	15	0.6	5
16	Vyn	Roamer	Muthida	2.5	7843	13	1.0	2
17	Clayyy	Midlane	Luo Yi	1.7	7839	13	1.0	5

Gambar 4. 1 Implementas Dataset MPL Indonesia Season 13

4.1.2 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka pada Penerapan Analisa Menggunakan Algoritma Logika *Fuzzy* Untuk Evaluasi Performa Player pada *Game Mobile Legends: Bang-Bang* sebagai berikut.

a. Halaman Aplikasi Web Statistik Dataset

1. Halaman Dataset Semua Pemain MPL Indonesia *Season 13*

Halaman ini terdiri dari keterangan singkat dan tabel dataset, dimana pada implementasinya pengguna menampilkan keterangan yaitu sumber dataset diperoleh dari hasil turnamen profesional *Mobile Legends: Bang-Bang* pada babak *play off* serta *patch* yang terjadi saat turnamen itu berjalan pada sebuah *framework open source* bernama *streamlit*. Halaman aplikasi web dataset pemain MPL Indonesia *Season 13* dapat ditunjukan pada Gambar 4.2

Player_Name	Player_Role	Hero_Pick	KDA	Gold	Level	Participation	Damage_Dealt	Damage
0 Rey	Jungler	Ling	14	10540	15	0.78	29512	
1 Luke	Explane	Baratz	14	7201	12	0.78	23618	
2 Aboy	Midlane	Faramis	17	7649	12	0.94	48185	
3 Baloykie	Roamer	Helicurt	5	6933	12	0.56	27795	
4 Caderaa	Goldlane	Health	16	9159	13	0.89	56072	
5 Vyn	Roamer	Minotaur	0.6	4246	10	0.75	12750	
6 Clayyy	Midlane	Valentina	1.3	4631	10	1	23804	
7 Skylar	Goldlane	Roger	1	6093	11	0.5	15503	
8 Donn	Explane	Esmeralda	0.7	5126	10	0.5	32361	
9 Irrad	Jungler	Baia	0.6	4871	10	0.75	18400	

Gambar 4. 2 Impementasi Halaman Dataset Pemain MPL *Season 13*

Keterangan:

- Dataset yang digunakan merupakan data statistik pemain dari turnamen MPL Indonesia Season 13 babak *Playoff*, dengan file utama: *MPLID_S13_POS.csv*.
- Data ini memuat informasi seperti *Player_Name*, *Player_Role*, *Hero_Pick*, dan statistik

performa (*KDA, Gold, Level, Participation, Damage Dealt, Damage Taken, Damage Turret*).

2. Halaman Dataset Pengelompokkan 5 Hero Populer Pemain MPL Indonesia Season 13

Halaman ini memberikan keterangan dan tabel yaitu pengelompokkan atau *filter data* 5 hero yang paling banyak dimainkan oleh pemain di setiap *role* pada turnamen MPL Indonesia Season 13. Halaman aplikasi web dataset pengelompokkan 5 hero populer tiap *role* dapat ditujukan pada gambar 4.3

	Player_Name	Player_Role	Hero_Pick	KDA	Gold	Level	Participation	Damage_Dealt	Damage_Taken
0	Reyy	Jungler	Ling	14	10540	15	0.78	29512	
1	Irrad	Jungler	Basia	0.6	4871	10	0.75	18400	
2	Reyy	Jungler	Basia	4.5	9158	15	0.6	23978	
3	Irrad	Jungler	Fredrinn	1	7953	14	0.6	33132	
4	Reyy	Jungler	Barats	3	9201	15	0.4	35704	
5	Irrad	Jungler	Fredrinn	3	10663	15	0.47	34296	
6	Reyy	Jungler	Basia	6.7	9831	15	0.95	42127	
7	Irrad	Jungler	Fredrinn	7.5	12186	15	0.65	54023	

Gambar 4. 3 Halaman Dataset Filter 5 Hero Populer MPL Indonesia Season 13

Keterangan:

- *Filtering Data*: Dataset hanya diambil data dari 5 hero yang paling sering dipakai pada tiap role untuk menjaga kualitas analisis dan menghindari outlier dari hero yang jarang dipakai.
- Data yang telah difilter kemudian digabungkan dalam satu dataframe utama *all_players.csv*

b. Halaman Aplikasi Web Batasan Fuzzy

1. Halaman Dataset Batasan Fuzzy

Halaman ini menampilkan keterangan rumus apa yang dipakai untuk mencari batasan *fuzzy* di setiap variabel hasil dataset yang sudah dikelompokkan 5 hero populer di setiap *role*. Halaman Dataset Batasan *Fuzzy* dapat ditunjukan pada Gambar 4.4



Tabel & Visualisasi Batasan Fuzzy

Batasan Fuzzy

Tabel ini menunjukkan batas nilai minimum, rata-rata, dan maksimum setiap variabel dataset untuk setiap role. Batas ini digunakan sebagai acuan pembuatan fungsi keanggotaan fuzzy.

	Role	Variable	min_val	mean_val	max_val
0	Jungler	KDA	0	4.9151	19
1	Jungler	Gold	4809	9884.0566	16994
2	Jungler	Level	10	14.5283	15
3	Jungler	Participation	0.4	0.7189	1
4	Jungler	Damage_Dealt	9987	29710.0943	54023
5	Jungler	Damage_Taken	26760	128549.7358	299876
6	Jungler	Damage_Turnet	0	788.2264	5295
7	Midlane	KDA	0	6.96	18
8	Midlane	Gold	4031	10388.7091	18151
9	Midlane	Level	10	14.3273	15

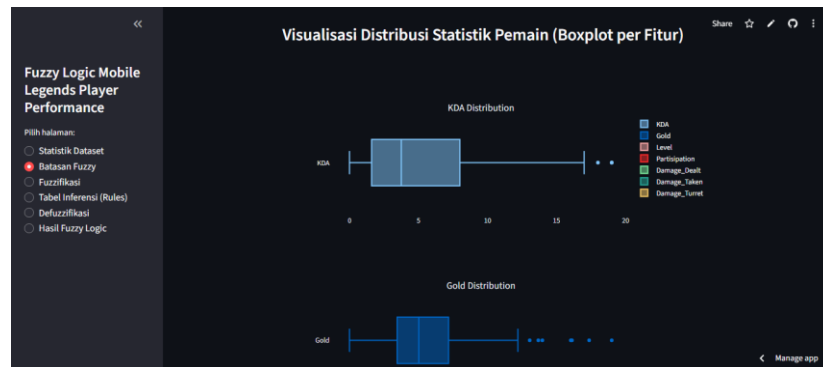
Gambar 4. 4 Halaman Dataset Batasan *Fuzzy*

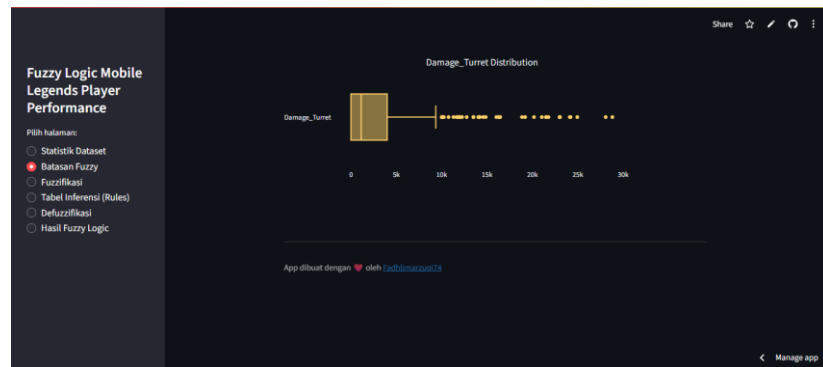
Keterangan:

- Untuk setiap role (*Jungler*, *Midlane*, *Explane*, *Goldlane*, *Roamer*), diambil nilai minimum, rata-rata (*mean*), dan maksimum pada setiap fitur statistik utama.
- Nilai-nilai ini digunakan sebagai batas segitiga (*triangular membership function*) pada proses fuzzifikasi.
- Hasilnya disimpan pada file *fuzzy_limits.csv*.

2. Halaman Visualisasi Batasan *Fuzzy*

Halaman ini menampilkan visualisai grafik jenis *bloxplot* dari hasil batasan *fuzzy*. Grafik ini digunakan untuk menampilkan distribusi data hasil hitung batasan *fuzzy* pada tiap variabel. Halaman Visualisasi Batasan *Fuzzy* dapat ditunjukan pada Gambar 4.5

Gambar 4. 5 Halaman Visualisasi Batasan *Fuzzy*Gambar 4. 6 Halaman Visualisasi Batasan *Fuzzy*Gambar 4. 7 Halaman Visualisasi Batasan *Fuzzy*

Gambar 4. 8 Halaman Visualisasi Batasan *Fuzzy*

c. Halaman Aplikasi Web Fuzzifikasi

1. Halaman Hasil Tabel Dataset Fuzzifikasi

Pada halaman Fuzzifikasi, sistem menampilkan tabel yang berisi hasil proses konversi data statistik pemain menjadi derajat keanggotaan *fuzzy* (μ). Setiap variabel, seperti *KDA*, *Gold*, *Level*, dan lainnya diubah ke dalam kategori *fuzzy* yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi. Proses ini bertujuan agar setiap nilai numerik dapat direpresentasikan dalam bentuk keanggotaan *fuzzy* yang memudahkan proses inferensi pada tahap selanjutnya. Halaman ini juga membantu pengguna memahami hasil fuzzifikasi setiap data pemain secara detail sebelum masuk ke proses inferensi dan defuzzifikasi. Gambar Hasil Tabel Dataset Fuzzifikasi dapat ditunjukkan pada Gambar 4.9

Player_Name	Player_Role	Hero_Pick	KDA	Gold	Level	Participation	Damage_Death	Damage
0	Reyy	Jungler	Ling	14	10540	15	0.78	29512
1	lrrad	Jungler	Baala	0.6	4871	10	0.75	18400
2	Reyy	Jungler	Baala	4.5	9158	15	0.6	23978
3	lrrad	Jungler	Fredrian	1	7953	14	0.6	33132
4	Reyy	Jungler	Barats	3	9201	15	0.4	35704
5	lrrad	Jungler	Fredrian	3	10663	15	0.47	34206
6	Reyy	Jungler	Baala	6.7	9831	15	0.95	42127
7	lrrad	Jungler	Fredrian	7.5	12186	15	0.65	54023
8	Reyy	Jungler	Fredrian	3.7	11347	15	0.79	23927
9	lrrad	Jungler	Akal	1.7	10680	15	0.5	18172

Gambar 4. 9 Halaman Hasil Tabel Dataset Fuzzifikasi

Keterangan:

- Setiap fitur statistik pemain (KDA, Gold, dll) diubah ke dalam derajat keanggotaan *fuzzy low, medium, dan high* menggunakan fungsi segitiga berdasarkan batas *min–mean–max* yang sudah dibuat.
- Hasil fuzzifikasi berupa list [*mu_low, mu_med, mu_high*] untuk tiap fitur dan pemain, serta disimpan dalam *fuzzified_player.csv*.

2. Halaman Penjelasan Tabel Fuzzifikasi

Selain itu, halaman ini menampilkan hasil fuzzifikasi secara spesifik untuk satu pemain tertentu, di mana setiap variabel ditampilkan beserta nilai derajat keanggotaannya pada masing-masing kategori. Penjelasan ini memudahkan pengguna untuk memahami bagaimana data asli diterjemahkan ke dalam bentuk fuzzy sebelum digunakan pada proses inferensi. Gambar Halaman Penjelasan Tabel Fuzzifikasi dapat ditujukan pada Gambar 4.10



Gambar 4. 10 Halaman Penjelasan Tabel Fuzzifikasi

d. Halaman Aplikasi Web Tabel Inferensi (*Rules*)

1. Halaman Deskripsi Tabel Inferensi (*Rules*)

Halaman ini menampilkan aturan (*rules*) logika *fuzzy* yang digunakan untuk menentukan performa pemain

berdasarkan kombinasi label *fuzzy* (*low*, *medium*, *high*) dari variabel-variabel utama pada tiap *role*. Setiap *role* seperti *jungler*, *midlane*, *explane*, *goldlane*, dan *roamer* menggunakan 4 variabel statistik yang paling relevan sebagai input *fuzzy*. Halaman Hasil Tabel Inferensi (*Rules*) dapat ditunjukkan pada Gambar 4.11



Gambar 4. 11 Halaman Deskripsi Tabel Inferensi (*Rules*)

2. Halaman Tabel Inferensi Logika *Fuzzy*

Halaman ini menampilkan hasil tabel yang memetakan setiap kombinasi label *fuzzy* (*low*, *medium*, *high*) dari fitur-fitur utama pada tiap *role*. Setiap baris pada tabel merepresentasikan satu kombinasi nilai fuzzy pada variabel-variabel yang ada. Output pada kolom "*Performance*" merupakan hasil dari aturan *fuzzy* yang telah ditetapkan sebelumnya. Halaman Tabel Inferensi Logika *Fuzzy* dapat ditunjukkan pada Gambar 4.12

Hasil akhirnya berupa tabel yang memetakan setiap kombinasi label fuzzy ke nilai performa (bad/decent/good) untuk masing-masing *role*.

Kolom Performance adalah output hasil inferensi fuzzy berdasarkan kombinasi nilai fuzzy setiap fitur.

	Role	KDA	Gold	Level	Participation	Damage_Dealt	Damage_Taken	Damage_Turret	Perf
0	Jungler	low	None	low	low	None	low	None	bad
1	Jungler	low	None	low	low	None	medium	None	bad
2	Jungler	low	None	low	low	None	high	None	bad
3	Jungler	low	None	low	medium	None	low	None	bad
4	Jungler	low	None	low	medium	None	medium	None	dec
5	Jungler	low	None	low	medium	None	high	None	bad
6	Jungler	low	None	low	high	None	low	None	bad
7	Jungler	low	None	low	high	None	medium	None	bad
8	Jungler	low	None	low	high	None	high	None	goo
9	Jungler	low	None	medium	low	None	low	None	bad

Gambar 4. 12 Halaman Tabel Inferensi Logika *Fuzzy*

Keterangan:

- *Rule base* dibentuk dengan memetakan setiap kombinasi label fuzzy (*low*, *medium*, *high*) pada fitur-fitur utama tiap role ke dalam output performa (*bad*, *decent*, *good*).
- Aturan utama:
 - Jika ada 2 atau lebih label '*high*', performa = *good*
 - Jika ada 2 atau lebih label '*medium*' (dan kurang dari 2 '*high*'), performa = *decent*
 - Sisanya, performa = *bad*

e. Halaman Aplikasi Web Defuzzifikasi

Halaman ini menampilkan tabel yang berisi data performa setiap pemain, dengan kolom-kolom seperti *Player_Name*, *Hero_Pick*, *Player_Role*, serta nilai keanggotaan fuzzy (μ atau *mu*) pada tiap variabelnya. Nilai ini disajikan dalam bentuk *array*, yang merepresentasikan derajat keanggotaan pada kategori fuzzy (misal: [*low*, *medium*, *high*]). Halaman Tabel Defuzzifikasi dapat ditujukan pada Gambar 4.13

Tabel Hasil Defuzzifikasi

Melakukan proses defuzzifikasi pada tabel inference hasil fuzzy.

- Mengelompokkan nilai min(mu) untuk masing-masing kategori output ('bad', 'decent', 'good').
- Mengembalikan nilai maksimum dari tiap kelompok sebagai representasi output crisp.

	Player_Name	Hero_Pick	Player_Role	mu_KDA	mu_Gold	mu_Level	mu_Participation
0	Reyy	Ling	Jungler	[0, 0.35, 0.65]	[0, 0.91, 0.09]	[0, 0, 1.0]	[0, 0.78, 0.22]
1	Irrad	Baxia	Jungler	[0.88, 0.12, 0]	[0.99, 0.01, 0]	[1.0, 0, 0]	[0, 0.89, 0.11]
2	Reyy	Baxia	Jungler	[0.08, 0.92, 0]	[0.14, 0.86, 0]	[0, 0, 1.0]	[0.37, 0.63, 0]
3	Irrad	Fredrinn	Jungler	[0.8, 0.2, 0]	[0.38, 0.62, 0]	[0.12, 0.88, 0]	[0.37, 0.63, 0]
4	Reyy	Barats	Jungler	[0.39, 0.61, 0]	[0.13, 0.87, 0]	[0, 0, 1.0]	[1.0, 0, 0]
5	Irrad	Fredrinn	Jungler	[0.39, 0.61, 0]	[0, 0.89, 0.11]	[0, 0, 1.0]	[0.78, 0.22, 0]
6	Reyy	Baxia	Jungler	[0, 0.87, 0.13]	[0.01, 0.99, 0]	[0, 0, 1.0]	[0, 0.18, 0.82]
7	Irrad	Fredrinn	Jungler	[0, 0.82, 0.18]	[0, 0.68, 0.32]	[0, 0, 1.0]	[0.22, 0.78, 0]
8	Reyy	Fredrinn	Jungler	[0.25, 0.75, 0]	[0, 0.79, 0.21]	[0, 0, 1.0]	[0, 0.75, 0.25]
9	Irrad	Akai	Jungler	[0.65, 0.35, 0]	[0, 0.89, 0.11]	[0, 0, 1.0]	[0.69, 0.31, 0]

Gambar 4. 13 Halaman Tabel Hasil Defuzzifikasi

Keterangan:

- Untuk keperluan analisis, proses defuzzifikasi yang digunakan adalah pengelompokan nilai minimum dari derajat keanggotaan *fuzzy* pada setiap *output* performa, lalu mengambil nilai maksimum dari tiap kelompok sebagai *output crisp* (skor akhir)

f. Halaman Aplikasi Web Hasil Logika *Fuzzy*

1. Halaman Tabel Hasil Akhir Logika *Fuzzy*

Halaman ini menampilkan tabel hasil akhir perhitungan performa pemain dengan logika *fuzzy* pada turnamen MPL Indonesia *Season* 13. Untuk melihat hasil spesifik pemain, pengguna disediakan kotak pilihan atau *dropdown* dengan label "Pilih Nama Pemain". Tabel yang ditampilkan memuat informasi berupa nilai *fuzzy* (*low*, *medium*, *high*) serta hasil akhir performa yang dihasilkan oleh sistem *fuzzy* (*good*, *decent*, *bad*) untuk setiap data yang dimasukkan. Halaman Tabel Hasil Akhir Logika *Fuzzy* dapat ditunjukkan pada gambar 4.14

ick	KDA	Level	Participation	Damage_Taken	Gold	Damage_Dealt	Damage_Turnet	Perform
0	high	high	medium	low	None	None	None	good
2	medium	high	medium	medium	None	None	None	decent
4	medium	high	low	medium	None	None	None	decent
6	medium	high	high	medium	None	None	None	good
8	medium	high	medium	medium	None	None	None	decent
15	low	high	low	medium	None	None	None	bad
17	medium	high	medium	medium	None	None	None	decent
19	medium	high	high	medium	None	None	None	good
20	medium	high	medium	medium	None	None	None	decent
22	low	medium	medium	medium	None	None	None	decent

Gambar 4. 14 Halaman Tabel Hasil Akhir Logika *Fuzzy*

2. Halaman Tabel Rekapitulasi dan Visualisasi Jumlah Performa Pemain tiap *Role*

Tabel ini merangkum hasil akhir performa pemain dengan logika *fuzzy* yang telah dikategorikan ke dalam tiga kelas, yaitu *bad*, *decent*, dan *good* untuk setiap role utama

(*jungler*, *midlane*, *roamer*, *explane*, dan *goldlane*). Setiap baris pada tabel menunjukkan jumlah total performa masing-masing kategori untuk tiap role.

Visualisasi distribusi performa pemain *Mobile Legends: Bang-Bang* berdasarkan hasil akhir logika *fuzzy*. Grafik batang ini memperlihatkan jumlah (*count*) performa pemain pada masing-masing kategori output (*good*, *decent*, *bad*) untuk setiap *role* utama, yaitu *jungler*, *midlane*, *roamer*, *explane*, dan *goldlane*. Halaman Tabel Rekapitulasi dan Visualisasi Jumlah Performa Pemain tiap *Role* dapat ditunjukan pada Gambar 4.15, Gambar 4.16 dan Gambar 4.17

Hasil Akhir Inferensi Fuzzy Logic

Pilih Nama Pemain: Rey

Nick	KDA	Level	Participation	Damage_Taken	Gold	Damage_Dealt	Damage_Turnet	Perform
0	high	high	medium	low	None	None	None	good
2	medium	high	medium	medium	None	None	None	decent
4	medium	high	low	medium	None	None	None	decent
6	medium	high	high	medium	None	None	None	good
8 in	medium	high	medium	medium	None	None	None	decent
15 in	low	high	low	medium	None	None	None	bad
17 in	medium	high	medium	medium	None	None	None	decent
19 in	medium	high	high	medium	None	None	None	good
20	medium	high	medium	medium	None	None	None	decent
22	low	medium	medium	medium	None	None	None	decent

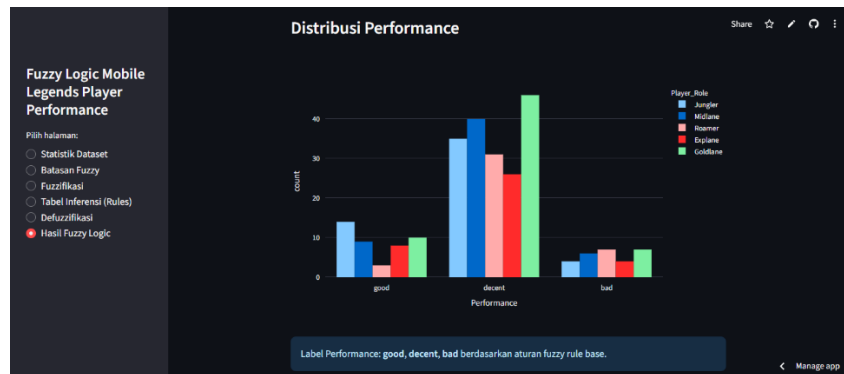
Gambar 4. 15 Halaman Tabel Hasil Akhir Performa Pemain dengan Logika *Fuzzy*

Rekapitulasi Jumlah Performance per Role

Lihat Seluruh Hasil Tabel (semua pemain)

Player_Role	bad	decent	good
Explane	4	26	8
Goldlane	7	46	10
Jungler	4	35	14
Midlane	6	40	9
Roamer	7	31	3

Gambar 4. 16 Halaman Tabel Rekapitulasi Jumlah Performa tiap *Role*



Gambar 4. 17 Halaman Visualisasi Jumlah Performa Pemain tiap *Role*

Keterangan:

- Visualisasi distribusi statistik (*boxplot*), tabel *fuzzy*, *rule base*, serta hasil performa pemain.
- Disediakan dalam aplikasi *Streamlit* agar *user* dapat memilih dan mengeksplorasi data secara interaktif.
- Pengguna dapat memilih filter nama pemain untuk melihat hasil performa *fuzzy*-nya

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian Sistem merupakan tahap yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem sesuai dengan rancangan sistem yang dibangun sebelumnya. Selain itu bertujuan untuk mengetahui fungsional dari elemen-elemen yang terdapat pada halaman sistem. Berikut ini adalah pengujian yang digunakan pada program Penerapan Analisa Menggunakan Algoritma Logika *Fuzzy* Untuk Evaluasi Performa Player pada *Game Mobile Legends: Bang-Bang*.

4.2.1 Pengujian *Black Box Testing*

Black Box Testing atau dapat disebut juga *Behavioral Testing* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengamati hasil *input* dan *output* dari perangkat lunak tanpa mengetahui struktur kode dari perangkat lunak. Pengujian ini dilakukan di akhir pembuatan perangkat lunak untuk mengetahui apakah perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik. Berikut ini adalah

pengujian yang digunakan pada program Penerapan Analisa Menggunakan Algoritma Logika *Fuzzy* Untuk Evaluasi Performa Player pada *Game Mobile Legends: Bang-Bang*.

Tabel 4. 1 *Black Box Testing*

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
1	Tampilan aplikasi <i>Streamlit</i> terdapat Dataset Pemain MPL Indonesia Season 13 & Dataset <i>Filter</i> 5 Hero Populer tiap Role yang digunakan	Sistem akan menampilkan pesan informasi Dataset Pemain MPL Indonesia Season 13 & Dataset <i>Filter</i> 5 Hero Populer tiap Role yang digunakan	Valid
2	Tampilan aplikasi <i>Streamlit</i> terdapat Batasan <i>Fuzzy</i> dan Visualisasi Batasan <i>Fuzzy</i> yang digunakan	Sistem akan menampilkan pesan informasi Batasan <i>Fuzzy</i> dan Visualisasi Batasan <i>Fuzzy</i> yang digunakan	Valid
3	Tampilan aplikasi <i>Streamlit</i> terdapat Fuzzifikasi yang digunakan	Sistem akan menampilkan pesan informasi dan Hasil Tabel Fuzzifikasi yang digunakan	Valid
4	Tampilan aplikasi <i>Streamlit</i> terdapat hasil Inferensi Tabel <i>Fuzzy (Rules)</i> dan keterangan spesifik salah satu data dari inferensi tabel <i>fuzzy (rules)</i>	Sistem akan menampilkan hasil Inferensi Tabel <i>Fuzzy (Rules)</i> dan menampilkan pesan keterangan spesifik salah satu data dari inferensi tabel <i>fuzzy (rules)</i>	Valid

5	Tampilan aplikasi <i>Streamlit</i> terdapat Hasil Tabel Defuzzifikasi	Sistem akan menampilkan pesan informasi Hasil Tabel Defuzzifikasi	Valid
6	Tampilan aplikasi <i>Streamlit</i> terdapat Hasil Akhir Inferensi Logika <i>Fuzzy</i> & Visualisasi Hasil Akhir Logika <i>Fuzzy</i>	Sistem akan menampilkan pesan informasi Tabel Hasil Akhir Inferensi Logika <i>Fuzzy</i> & Visualisasi Hasil Akhir Logika <i>Fuzzy</i>	Valid

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian dari beberapa skenario dapat berjalan dengan baik tanpa adanya permasalahan pada fitur atau fungsi dari sistem yang telah dikembangkan.

4.2.2 User Acceptance Test (UAT)

Pengujian sistem ini akan menguji *usability* atau kegunaan dari sistem yang dirancang apakah sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Berikut merupakan proses dari pengujian *UAT*:

Tabel 4. 2 User Acceptance Test (UAT)

Responden	Pertanyaan				
	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Pertanyaan 5
Responden 1	5	5	5	5	5
Responden 2	3	3	3	3	3
Responden 3	4	4	3	4	4
Responden 4	5	5	2	3	4

Responden 5	4	4	5	5	5
Responden 6	5	5	5	5	5
Responden 7	4	4	5	5	4
Responden 8	4	4	4	4	4
Responden 9	4	5	5	5	5
Responden 10	4	5	4	5	4
Responden 11	5	5	5	5	5
Responden 12	4	5	4	4	5
Responden 13	4	5	5	4	4
Responden 14	4	4	3	5	4
Responden 15	5	5	5	4	5
Responden 16	5	4	5	3	4
Responden 17	4	5	4	5	4
Responden 18	5	5	5	5	5
Responden 19	4	4	4	4	4

Responden 20	3	4	4	4	4
Jumlah Skor	85	90	85	87	87
Index	85%	90%	85%	87%	87%

Rumus perhitungan berikut akan digunakan untuk menentukan tingkat persetujuan pengguna terhadap sistem yang telah terbentuk.

1. Skor rata-rata dari persetujuan pengguna:

$$= (\text{Total Skor 1} + \text{Total Skor 2} + \text{Total Skor 3} + \text{Total Skor 4} + \text{Total Skor 5}) / 5$$
2. Indeks Persetujuan Pengguna (%):

$$= (\text{Skor Rata-rata} / \text{Nilai Maksimum}) \times 100\%$$
3. Hasil dari perhitungan indeks persetujuan pengguna dari sistem dapat diterjemahkan sebagai berikut:
 - A. Index 0% - 20% : Sangat Tidak Diterima
 - B. Index 21% - 40% : Tidak Diterima
 - C. Index 41% - 60% : Netral
 - D. Index 61% - 80% : Diterima
 - E. Index 81% - 100% : Sangat Diterima

Kalkulasi:

1. Rata-rata Skor Pengguna:

$$= (85 + 90 + 85 + 87 + 87) / 5$$

$$= 86,8$$
2. Index Skor Pengguna:

$$= (86,8 / 100) \times 100\%$$

$$= 86,8\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, menunjukkan bahwa tingkat persetujuan dari responden atas aplikasi *streamlit* dengan Sistem *Fuzzy Logic Mobile Legends Player Performance* yang telah disusun sebesar

86,8%, yang berarti responden menilai bahwa aplikasi tersebut Sangat Diterima.

Pembahasan hasil pengujian ini mengarah pada poin-poin penting yang mencerminkan signifikansi dan implikasi dari implementasi aplikasi yang dikembangkan. Dibawah ini adalah poin-poin penting dari pembahasan hasil pengujiannya:

1. Jika sistem berhasil mengidentifikasi pemain yang dipilih, hasil yang baik pada pengujian ini merupakan indikator penting keberhasilan aplikasi dalam menjalankan fungsinya.
2. Jika aplikasi berhasil memberikan informasi kepada pengguna atau *user* sesuai Nama Pemain yang dipilih.
3. Kinerja aplikasi yang tetap optimal, bahkan dengan fitur input nama pemain untuk menentukan hasil performa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil Penerapan Analisa Menggunakan Algoritma Logika *Fuzzy* Untuk Evaluasi Performa Player pada *Game Mobile Legends:Bang-Bang* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma *fuzzy logic* dalam menentukan performa pemain *Mobile Legends:Bang-Bang*. Dengan menggunakan data historis pemain yang dikumpulkan dari platform atau website *open source*, saya berhasil mengembangkan model *fuzzy* yang mampu menentukan hasil performa pemain berdasarkan beberapa variabel kunci seperti *kill*, *death*, *assist*, *gold*, *level*, *damage dealt*, *damage taken*, dan *damage turret*.
- b. Temuan utama Saya menunjukkan bahwa algoritma *fuzzy logic* dapat secara efektif mengklasifikasikan performa pemain dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Dengan menggunakan skema pengklasifikasi *fuzzy*, Saya dapat mengelompokkan pemain ke dalam kategori performa "*Good*", "*Decent*", dan "*Bad*".
- c. Selain itu, saya menemukan bahwa penggunaan algoritma *fuzzy logic* mampu mengatasi kompleksitas dalam mengevaluasi performa pemain *Mobile Legends:Bang-Bang* yang melibatkan banyak faktor yang saling terkait. Pendekatan ini memungkinkan untuk pengambilan keputusan yang lebih kontekstual dan adaptif dalam menilai performa pemain, daripada metode klasifikasi yang sederhana.
- d. Untuk Pengujian Sistem, Saya menggunakan *Black Box Testing* dan *User Acceptance Test (UAT)*. Pada pengujian *Black Box*, skenario dapat berjalan dengan baik tanpa adanya permasalahan pada fitur atau fungsi dari sistem yang telah dikembangkan. Pada pengujian *UAT* mendapatkan nilai indeks sebesar 90% yang berarti Sangat Diterima oleh *user*.

5.2 Saran

Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk menjelajahi lebih lanjut penggunaan algoritma *fuzzy* dalam konteks *game MOBA* lainnya, serta untuk mengintegrasikan faktor-faktor baru yang mungkin mempengaruhi performa pemain secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, N., & Islamy, E. (2024). Prediksi Stok Tahu Mingguan Dengan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Publikasi Ilmu Komputer Dan Multimedia (JUPIKOM)*, 3(1), 60–74.
- Ali, M. M., Hariyati, T., Pratiwi, M. Y., & Afifah, S. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Penerapannya dalam Penelitian. *Education Journal*.2022, 2(2), 1–6.
- Barseli, M., & Sriwahyuningsih, V. (2023). Peran game online mobile legends sebagai pemicu turunnya motivasi belajar siswa. *Jurnal EDUCATIO: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9(1), 164. <https://doi.org/10.29210/1202322743>
- Hasibuan, P., Azmi, R., Arjuna, D. B., & Rahayu, S. U. (2023). Analisis Pengukuran Temperatur Udara Dengan Metode Observasi Analysis of Air Temperature Measurements Using the Observational Method. *ABDIMAS:Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 8–15. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Indrasari, Y. (2020). Efesiensi Saluran Distribusi Pemasaran Kopi Rakyat Di Desa Gending Waluh Kecamatansempol (Ijen) Bondowoso. *Jurnal Manajemen Pemasaran*, 14(1), 44–50. <https://doi.org/10.9744/pemasaran.14.1.44-50>
- Khan, N., Elizondo, D. A., Deka, L., & Molina-Cabello, M. A. (2021). Fuzzy Logic Applied to System Monitors. *IEEE Access*, 9, 56523–56538. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3072239>
- Lahay, I. H., Hasanuddin, H., Giu, J. D., & Bawole, M. G. (2023). Penentuan Grade Kopra Dengan Penerapan Metode Logika Fuzzy. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 5(1), 122–129. <https://doi.org/10.37905/jjee.v5i1.17073>
- Maulana, R. I., & Laksana, E. A. (2024). Analisis Kinerja Pasar Saham Berbasis Business Intelligence secara Realtime. *Jurnal Tekno Kompak*, 18(1), 41. <https://doi.org/10.33365/jtk.v18i1.3266>
- Muhammad Romzi, & Kurniawan, B. (2020). Pembelajaran Pemrograman Python Dengan Pendekatan Logika Algoritma. *JTIM: Jurnal Teknik Informatika*

Mahakarya, 03(2), 37–44.

- Nasution, H. (2020). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 4–8. [https://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/512%0Ahttp://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1559615&val=2337&title=Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan](https://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/512%0Ahttp://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1559615&val=2337&title=Implementasi%20Logika%20Fuzzy%20pada%20Sistem%20Kecerdasan%20Buatan)
- Nazar, R. (2024). Implementasi Pemrograman Python Menggunakan Google Colab. *Jurnal Informatika Dan Komputer (JIK)*, 15(1), 50–56.
- Nisa, A. K., Abdy, M., & Zaki, A. (2020). Penerapan Fuzzy Logic untuk Menentukan Minuman Susu Kemasan Terbaik dalam Pengoptimalan Gizi. *Journal of Mathematics Computations and Statistics*, 3(1), 51. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v3i1.19902>
- Parlika, R., Nisaa', T. A., Ningrum, S. M., & Haque, B. A. (2020). Studi Literatur Kekurangan Dan Kelebihan Pengujian Black Box. *Teknomatika*, 10(02), 131–140.
- Putra, J. L., & Seimahuira, S. (2021). Memprediksi Pola Ban Hero Pada Game Mobile Legends Menggunakan Algoritma Apriori. *Computer Science (COSCIENCE)*, 1(2), 155–160. <https://doi.org/10.31294/coscience.v1i2.512>
- Rahman, S., Sembiring, A., Siregar, D., Khair, H., Gusti Prahmana, I., Puspadini, R., & Zen, M. (2023). Python : Dasar Dan Pemrograman Berorientasi Objek. In *Penerbit Tahta Media*.
- Raufani, H., & Munggaran, L. C. (2023). Implementasi Metode Simple Additive Weighting pada Sistem Pendukung Keputusan Endorsement Melalui Instagram. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 9(2), 174–183. <https://doi.org/10.34128/jsi.v9i2.481>
- Ridwan, M. Y., & Maulana, M. R. (2024). *MOBA Metamorphosis : The Evolution of Gamer Preferences in the MOBA Esport Landscape in Indonesia*. 1(1), 50–56.
- Rifanti, U. M., Pujiharsono, H., & Pradana, Z. H. (2023). Implementasi Logika Fuzzy Pada Penilaian Kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 12(1), 250–260.

<https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v12i1.50057>

- Rumfot, R., Lesnussa, Y. A., & Rahakbauw, D. L. (2024). Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani, Sugeno Dan Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Produksi Batu Pecah. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(1), 157–168. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v12n1.p157-168>
- Setiawan, W., Hatip, A., Tri Eka, S. S., Gozali, A., & Anggraini, A. (2023). Studi Pustaka Tentang Penggunaan Model Pembelajaran Sebagai Bagian Dari Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Kependidikan*, 14(2), 179–183. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/paedagoria>
- Sudarmana, L. (2021). B . KONSEP LOGIKA FUZZY Himpunan Tegas dan Himpunan Kabur Fungsi Keanggotaan. *Teknomatika*, 3.
- Tanjung, C. A., Hermawati, F. As., & Indasyah, E. (2019). *KONVERGENSI Volume 15, Nomor 1, Januari 2019 APLIKASI METODE FUZZY MAMDANI UNTUK PENENTUAN*. 15.
- Tarumasely, Y. (2024). Meningkatkan Kemampuan Belajar Mandiri (Panduan untuk Mengembangkan Self-Regulated Learning). *Academia Publication*, 2–4. [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=Bk33EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=Tarumasely,+Y.+\(2024\).+Meningkatkan+Kemampuan+Bela+jar+Mandiri+\(Panduan+untuk+Mengembangkan+Self-Regulated+Learning\).+Academia+Publication&ots=TYUkIjYrx1&sig=g3BxOwtXeO4d4c7epDIldK](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=Bk33EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=Tarumasely,+Y.+(2024).+Meningkatkan+Kemampuan+Bela+jar+Mandiri+(Panduan+untuk+Mengembangkan+Self-Regulated+Learning).+Academia+Publication&ots=TYUkIjYrx1&sig=g3BxOwtXeO4d4c7epDIldK)
- Utama, D. N. (2022). Simple Fuzzy Decision Support Model for Evaluating the Cryptocurrency's Performance. *2022 International Conference of Science and Information Technology in Smart Administration, ICSINTESA 2022, November*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICSINTESA56431.2022.10041539>
- Valentino, A., Ranga Sn, A., Wijoyo, F., Lestari, I. J., Andari, T. P., & Rosyani, P. (2023). Studi literatur review: Alat Identifikasi Wajah untuk Absensi Mahasiswa Dengan Algoritma YOLO pada Platform Android. *Logic : Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 1(2), 233–238.

<https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>

- Wulandari, W., Nofiyani, N., & Hasugian, H. (2023). User Acceptance Testing (Uat) Pada Electronic Data Preprocessing Guna Mengetahui Kualitas Sistem. *Jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer*, 4(1), 20–27. <https://doi.org/10.24127/ilmukomputer.v4i1.3383>
- Yahya, S. R., Kom, S. M., Islam, U., Sulthan, N., Saifuddin, T., Herlawati, H., Bhayangkara, U., Raya, J., & Syamil, A. (2023). *Metode Fuzzy Logic* (Issue May).
- Zulvian, S. A., Prihandani, K., & Ridha, A. A. (2021). Perbandingan Metode MSD Dan Cosine Similarity Pada Sistem Rekomendasi Item-Based Collaborative Filtering. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 4(2), 340–347. <https://nijianmo.github.io/>.

LAMPIRAN