

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Kajian pustaka dilaksanakan untuk menganalisis penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penentuan tingkat kerawanan serta penerapan metode dalam pengambilan keputusan. Temuan dari kajian ini digunakan sebagai landasan dalam pemilihan metode Fuzzy Mamdani dan AHP untuk penelitian ini. Di bawah ini, Tabel 1 menyajikan ringkasan dari penelitian-penelitian yang relevan sebagai dukungan bagi penelitian ini.

Tabel 1. 1 Penelitian Terkait dan Relevan dengan Studi Ini

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
1	Rizqul Fauzy, Yuhefizar, Rasyidah 2024	Judul : Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Guru Les Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy-AHP Metode : Metode Fuzzy-AHP Software : Microsoft Excel, PHP Hasil Penelitian : Penelitian ini menciptakan sistem untuk memilih pengajar les yang yang paling baik dengan menerapkan metode Fuzzy-AHP dan menggunakan Microsoft Excel sebagai alat bantu. Sistem ini memproses kriteria secara adil dan mengurangi ketidak pastian, sehingga menghasilkan peringkat pengajar yang tepat, efisien dan tanpa kecenderungan.
2	Mutiara Ayu Dasilpha, Ica Admirani, Alan Novi Tompunu 2023	Judul : Penerapan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process AHP Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mahasiswa Berprestasi Metode : Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process AHP Software : PHP, MYSQL Hasil Penelitian :

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
		Proses penialian yang diperoleh dapat mencerminkan evaluasi kriteria dengan tepat di mana mahasiswa bernama M.Daffa Fadlurrahman meraih skor tertinggi yaitu 2,122. Sistem ini bisa digunakan sebagai sarana dalam memberikan saran mengenai keputusan, meskipun keputusan final tetap di tangan juri/ pihak terkait.
		Judul : Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Sepatu Type Boots 350 V2 Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Metode : Metode Fuzzy Mamdani Software : MATLAB Hasil Penelitian :
3	Erni Krisnaningsih, Saleh Dwiyatno 2020	Menunjukkan bahwa dengan permintaan 2.756 pasang sepatu dan persediaan 300 pasang, sistem mampu menghasilkan output produksi sebanyak 4.400 pasang. Temuan ini mengindikasikan bahwa metode fuzzy mamdani dapat digunakan secara efisien sebagai dukungan dalam proses pengambilan keputusan untuk merencanakan produksi.
		Judul : Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Sebagai Deteksi Awal Banjir Lokal di Bendungan Gerak Serayu Metode : Fuzzy Mamdani Software : MATLAB Hasil Penelitian :
4	Suci Yuliantika, Dwiani Listya Kartika 2022	Hasilnya menunjukkan bahwa sistem deteksi banjir dengan menggunakan metode fuzzy mamdani berhasil mengkategorikan situasi menjadi aman, siaga dan bahaya berdasarkan tinggi air, surut hujan & status pintu air. Sistem ini terbukti efisien sebagai sarana peringatan awal di Bendung Gerak Serayu.

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
5	Hesty Afriza 2020	Judul : Perencanaan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supervisor Terbaik Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada PT. Astra Daihatsu Medan Metode : Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Software : Visual Basic 0.6, Microsoft Access 2007 Hasil Penelitian : Menyatakan bahwa sistem berhasil menghasilkan nilai dan peringkat yang objektif, dengan supervisor yang memiliki skor tinggi (Aan) terpilih sebagai yang terbaik. Sistem ini mendukung proses pemilihan agar lebih teratur, efisien dan tidak dipengaruhi oleh elemen subjektif.
6	Nova Noor Kamala Sari 2020	Judul : Implementasi Metode Weighed Product Pada Sistem Pendukung Keputusan untuk Penilaian Kinerja Karyawan PT.Jamkrida Metode : Metode Weighed Software : PHP, MySQL, Waterfall, Black Box Testing Hasil Penelitian : Hasil studi menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan yang mengandalkan metode Weighted Product efektif dalam mengevaluasi kinerja karyawan dengan cara yang objektif dan terukur. Sistem ini berpotensi menggantikan teknik manual dengan pendekatan yang lebih efisien, jelas dan tepat, serta bisa dijadikan pedoman dalam memberikan penghargaan kepada karyawan yang berprestasi.

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
7	Fera Novitry, Deli Lilia, Sabtian Sarwoko 2023	Judul : Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Penyalahgunaan Narkoba Di Kecamatan Baturaja Timur Tahun 2022 Metode : kuantitatif dengan pendekatan case control Software : Microsoft Excel Hasil Penelitian : Hasil penelitian menunjukkan adanya kaitan yang signifikan antara interaksi social, beban pekerjaan dan Tingkat tekanan mental dengan terjadinya penyalahgunaan narkotika di Kecamatan Baturaja Timur. Orang-orang yang terlibat dalam interaksi social yang buruk memiliki kemungkinan 17,2 kali lebih besar untuk terlibat dalam penyalahgunaan narkoba. Lebih lanjut, beban kerja yang berat mengakibatkan peningkatan risiko sebesar 7,3 kali, sementara tingkat stress yang tinggi meningkatkan risiko hingga 8,9 kali. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor psikososial memegang peranan penting dalam mendorong perilaku penyalahgunaan narkoba.

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
8	Muhammad Berham 2024	Judul : Analysis of Decision-Making for Production Optimization Using the Fuzzy Logic-Based Mamdani Fuzzy Inference System Method : A MATLAB Application Metode : metode fuzzy mamdani dalam bentuk fuzzy inference system (FIS) Software : MATLAB Hasil Penelitian : Hasil riset mengungkapkan bahwa pendekatan fuzzy mamdani terbukti berhasil dalam menentukan volume produksi berdasarkan informasi permintaan dan persediaan. Sistem yang dikembangkan dapat menghasilkan saran produksi yang tepat dan cepat beradaptasi dengan situasi terkini, sehingga mendukung perusahaan dalam membuat keputusan yang lebih akurat.
9	Yahdhi Fintho Artho	Judul : Perancangan Website Sebagai Media Informasi Kantor Hubungan Internasional Universitas Dian Nuswantoro Metode : perancangan website Software : dream weaver CS6, adobe photoshop, XAMPP, Google Chrome Hasil Penelitian : Hasil riset menghasilkan dua halaman untuk desain situs web : halaman untuk admin dan halaman yang utama. Situs ini digangun sebagai media informasi yang menarik serta interaktif bagi kantor hubungan internasional Universitas Dian Nuswantoro, myajikan informasi bermanfaat bagi kampus dan public secara umum. Harapannya, situs web ini dapat memperbesar eksposur universitas dan menggugah minat para calon mahasiswa.

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
	Daffa Zachari, Teuku Bintang Hadi Negara, Anggi Refiyan,	Judul : Optimalisasi Manajemen Biji Kopi Pada Coffe Shop Dengan Fuzzy AHP Metode : Fuzzy, AHP Software : Microsoft Excel, Google Sheets
10	Najwa Darmawan, Sukmadiningty as 2025	Hasil Penelitian : Penerapan Fuzzy AHP terbukti mendongkrak efisiensi operasional, mutu produk, dan kepuasan pelanggan secara drastis, dengan perhatian utama pada kualitas biji kopi, disusul oleh ketepatan pengiriman serta harga.
		Judul : Analisis Metode Fuzzy Mamdani Pada Suhu dan Kecepatan Exhaust Serta Analisis Hierarchy Process Terhadap Berat Ayam Metode : Fuzzy Mamdani, AHP Software : Super Decision Hasil Penelitian :
11	Abdul Aziz, Nazela Afaf, Novita Hadas Safitri, Nurul Mardiah, Audra Ghazzi, Suhendi Irawan 2024	Pengaturan suhu dan sirkulasi udara yang ideal terbukti memiliki dampak signifikan pada perkembangan ayam boiler, dimana kondisi yang optimal dapat meningkatkan bobot panen serta kualitas hasil. Penerapan metode Fuzzy Mamdani terbukti efektif dalam memfasilitasi pengaturan suhu otomatis dan laju exhaust, sehingga lingkungan di dalam kandang dapat dipertahankan dengan stabil. Di sisi lain, hasil dari analisis yang menggunakan metode AHP menunjukkan bahwa melakukan investasi pada kandang otomatis tertutup, pengelolaan kandang yang efektif, serta penerapan langkah biosekuriti adalah prioritas yang harus diambil untuk meningkatkan produktivitas dan efisien dalam pemeliharaan ayam boiler.

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
12	Rizdania 2021	Judul : Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Pemilihan Jurusan Perguruan Tinggi Menggunakan Algoritma Fuzzy Mamdani Metode : Fuzzy Mamdani Software : MATLAB Hasil Penelitian : Menunjukkan bahwa sistem yang didasarkan pada Fuzzy Mamdani dapat memfasilitasi siswa SMA dalam memilih jurusan kuliah yang tepat sesuai dengan kemampuan mereka berdasarkan hasil tes IQ, serta memudahkan guru bimbingan konseling untuk memberikan panduan yang lebih akurat kepada siswa dalam proses pemilihan jurusan perguruan tinggi.
13	Iffa Ocktafia Supriadi, Eko Rahmadi, Citra Dewi 2024	Judul : Penentuan Daerah Rawan Penyalahgunaan Narkoba Di Kota Bandar Lampung Menggunakan Sitem Informasi Geografis (SIG) Metode : SIG Software : ArGIS Hasil Penelitian : Mengungkapkan bahwa penggunaan analisis overlay melalui SIG menghasilkan tiga klasifikasi tingkat resiko penyalahgunaan narkoba di kota Bandar Lampung, yakni tinggi, sedang dan rendah. Area dengan resiko tinggi umumnya terletak di kecamatan yang memiliki kepadatan penduduk dan kegiatan ekonomi yang signifikan, sedangkan risiko sedang ada di zona dengan tingkat aksesibilitas yang sedang dan risiko rendah terhadap di kawasan pinggiran yang memiliki aktivitas ekonomi minimal.

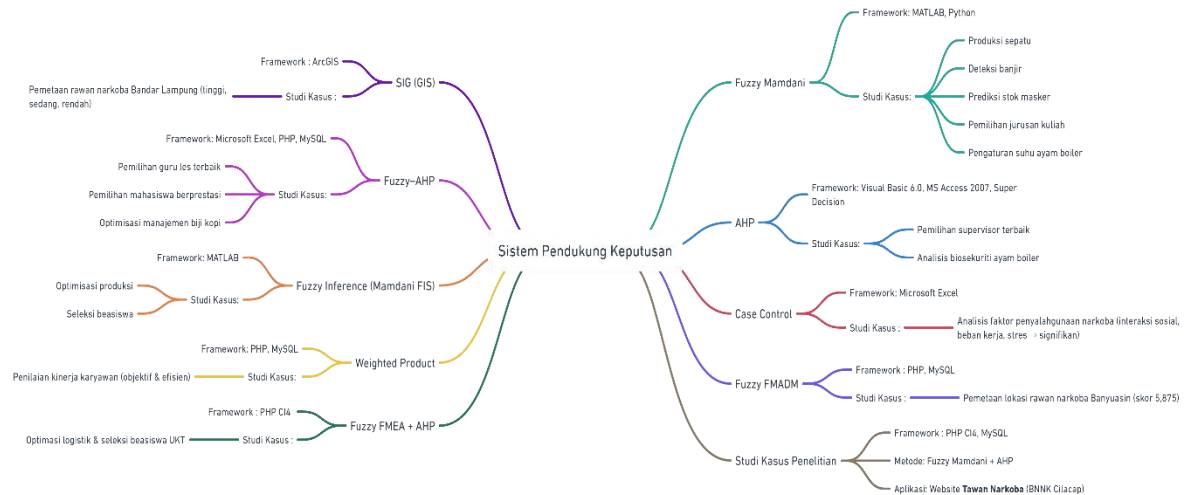
No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
14	Sri Primaini Agustanti, Ahmad Solekhan, Zulhipni Reno Saputra Elsi, Herri Setiawan 2021	Judul : Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Potensi Lokasi Kerawanan Pengguna Narkotika Yang Ada Di Kabupaten Banyuasin Menggunakan Metode FMADM Metode : Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (FMADM) Software : PHP, MySQL Hasil Penelitian : Menunjukkan bahwa sistem yang dibuat dapat memberikan penilaian terhadap kemungkinan lokasi penggunaan narkoba di Kabupaten Banyuasin, dimana potensi terbesar terletak di Kecamatan Muara Padang dengan skor 5,875
15	Fajar Apriani, Sapril Nurul Ramdanis, Herry Ansyari, Trina Erhandi 2024	Judul : Implementasi Pencegahan dan Pemberantasan Penyalahgunaan dan Peredaran Gelap Narkotika (P4GN) di Provinsi Kalimantan Timur Metode : Deskriptif Kualitatif Software : analisis dokumen Hasil Penelitian : Bahwa penerapan P4GN di Provinsi Kalimantan Timur sudah dilaksanakan melalui kampanye, penegakan hukum, program rehabilitasi dan kolaborasi antar lembaga. Namun, dalam praktiknya masih terdapat tantangan seperti minimnya dana, kurangnya tenaga kerja serta meluarnya distribusi narkoba di daerah perbatasan.

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
16	Yusnita Adawiyah, Siti Zulfa Sakinah, Muhammad Fa'iq Asyam, Dicky Irsa S, Abdurrahman Fadhilah Isnaini 2024	Judul : Penentuan Keputusan Penentuan Supplier Ber-Basis Pada Pengendalian Pasokan Akhir Menggunakan Logika Fuzzy Di IKM Kelana Roastery Metode : Logikan Fuzzy Software : MATLAB Hasil Penelitian : Sistem yang menggunakan logika fuzzy dapat mengidentifikasi pemasok yang paling memenuhi syarat sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan, sehingga mendukung perusahaan dalam memastikan ketersediaan bahan baku secara maksimal dan mengurangi kemungkinan keterlambatan pengiriman.
17	Muhammad Asman, Deden Hardan Gutama, Dhina Puspasari Wijaya, Andri Pramuntadi 2023	Judul : Perancangan Sistem Prediksi Pembelian Stok Masker dengan Metode Fuzzy Mamdani (Studi Kasus : Ud Masker Murah Jogja) Metode : Fuzzy Mamdani Software : Python Hasil Penelitian : Hal ini mengidentifikasi bahwa sistem yang dirancang dapat memberikan saran mengenai kuantitas dan urutan prioritas dalam membeli stok masker untuk minggu berikutnya, yang pada gilirannya membantu mengurangi subjektivitas dalam proses pengambilan keputusan dan meningkatkan efektivitas serta efisiensi dalam pengelolaan stok.

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
		Judul : Decision Support System for Single Tuition Scholarship Awardees in Higher Education Using Mam-Dani Fuzzy Inference
	M.Kholifaturrahman, Sholeh	Metode : Mamdani Fuzzy Inference System
		Software : MATLAB
18	Rachmatullah, Badar Said 2023	Hasil Penelitian : Sistem yang dibuat dapat memilih calon penerima beasiswa dengan cara yang objektif sesuai dengan kriteria yang telah diterapkan, sehingga mendukung institusi pendidikan dalam membuat keputusan yang lebih adil dan akurat.
		Judul : The Integration of Fuzzy FMEA and AHP Methods for Optimizing of Logistic System
		Metode : Fuzzy FMEA, AHP
		Software : PHP framework CI 4
	Andress Tri Panudju, Isnaeni Mahuda, Umi	Hasil Penelitian : Sistem pendukung keputusan yang menggunakan Fuzzy FMEA dan AHP yang telah dikembangkan berhasil memberikan rekomendasi penerima beasiswa UKT dengan cara yang lebih objektif dan efisien dibandingkan dengan metode manual. Pengujian black box menunjukkan semua fungsi beroperasi sesuai dengan
19	Marfuah, Mutmainah, Wiwik Sudarwati 2024	Yang dibutuhkan, sedangkan pengujian MAPE menghasilkan nilai di bawah 10%, yang mengindikasikan bahwa akurasi sistem sangat baik. Sistem ini juga mempercepat proses pemilihan dan memberikan rekomendasi hasil yang adil berdasarkan enam kriteria yang telah diterapkan.

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
20	Kristina	Judul : Penggunaan Metode Logika Fuzzy Mamdani untuk Menentukan Potensi Bakat dan Keterampilan Siswa
	Annastasia Br	Metode : Fuzzy Mamdani
2024	Sitepu, Melda	Software : -
	Pita Uli	Hasil Penelitian :
	Sitompul	Penelitian ini berhasil mengembangkan lima aturan fuzzy yang berfungsi untuk menetapkan bakat utama siswa berdasarkan kemampuan dalam olahraga, berbahasa, berkomunikasi, menulis dan bernyanyi. Sistem ini mampu membantu dalam mengenali potensi siswa sehingga bisa menjadi saran dalam memilih program studi yang sesuai setelah menyelesaikan pendidikan di sekolah.

Diagram *mind map* pada gambar dibawah ini dibuat berdasarkan sumber-sumber literature yang relevan, berfungsi untuk menggambarkan ide atau gagasan secara terorganisir agar lebih mudah di mengerti.



Gambar 1. 1 Diagram Mind Mapping

Kajian-kajian sebelumnya umumnya menerapkan satu metode tunggal seperti Fuzzy Mamdani, AHP atau variasinya (Fuzzy-AHP, Weighted Product, FMADM, dsb.) pada berbagai sektor, termasuk penentuan guru les, supervisor terbaik, optimasi produksi, identifikasi banjir, bahkan pemetaan narkoba yang berbasis GIS. Kebanyakan dari analisis tersebut masih terfokus pada metode perhitungan manual, penggunaan perangkat lunak khususnya (MATLAB, Excel, Super Decision), atau penerapan sistem dalam skala kecil. Berbeda dengan pendekatan tersebut, riset ini mengintegrasikan Fuzzy Mamdani dan AHP ke dalam sistem berbasis web dengan menggunakan PHP CI4 dan MySQL yang dikhususkan untuk pemetaan kerawanan narkoba di Kabupaten Cilacap. Melalui metode ini, sistem tidak hanya menghitung tingkat kerawanan dengan lebih cepat, tetapi juga menawarkan platform yang dapat diakses langsung oleh BNNK Cilacap untuk menunjang pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efisien.

B. Landasan Teori

1. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sistem berbasis komputer yang berfungsi untuk membantu proses dalam pengambilan keputusan melalui analisis data serta informasi yang bersangkutan. SPK ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan keputusan manusia, melainkan memberikan pilihan, peringkat, atau penilaian untuk mendukung pembuatan keputusan yang lebih akurat.[10]

Beragam pendekatan dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK) memiliki kekuatan dan kelemahan yang berbeda-beda, sehingga dapat disesuaikan dengan konteks studi yang dilakukan. Simple Additive

Weighting (SAW) adalah metode yang paling mudah, karena menentukan skor akhir dengan menjumlahkan nilai kriteria yang telah diberi bobot. SAW sering dipakai karena proses perhitungannya sederhana dan hasil yang diperoleh cukup akurat, contohnya dalam penelitian yang berfokus pada pemilihan pemasok bahan baku yang menunjukkan keefektifan metode ini dalam membuat keputusan secara cepat dan praktis [11]. Disisi lain, Weighted Product (WP) menerapkan teknik perkalian antara rasio kriteria untuk menghasilkan nilai proposional dan mempertimbangkan skala prioritas dari setiap indikator. Metode ini efektif dalam evaluasi multi-kriteria yang memerlukan ketelitian tinggi saat membandingkan alternative yang ada [12].

Selanjutnya, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) mengevaluasi seberapa dekat setiap alternative dengan solusi terbaik dan menjauhi solusi terburuk. Pendekatan ini tepat untuk situasi yang melibatkan berbagai kriteria yang saling bertentangan, seperti pemilihan lokasi atau penilaian risiko, karena dapat menyajikan gambaran yang jelas mengenai alternative yang paling efektif [13]. Disisi lain, Analytical Hierarchy Process (AHP) menciptakan struktur hierarki dan menilai bobot kriteria melalui perbandingan antar pasangan, lalu memverifikasi konsistensinya untuk memastikan bahwa hasil yang didapat masuk akal akan objektif. AHP sering kali diterapkan untuk mendukung pengambilan keputusan yang rumit, seperti perencanaan strategis dan evaluasi proyek, berkat karakteristiknya yang sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan [12].

Di sisi lain, pendekatan yang didasarkan pada Fuzzy Logic memiliki kemampuan untuk mengatasi data yang samar dan ketidakpastian. Fuzzy Mamdani memanfaatkan aturan “IF-THEN” yang mudah dipahami, sehingga hasil analisisnya lebih jelas. Metode ini telah terbukti efektif diterapkan dalam sector produksi maupun penanggulangan bencana, karena mampu menghasilkan hasil yang mendekati kenyataan [12]. Sementara itu, Fuzzy Sugeno adalah varian dari inferensi Fuzzy yang lebih berbasis matematis, dengan keluaran sistem yang berbentuk fungsi linier atau konstan. Keunggulan utama dari metode Sugeno adalah kemudahannya untuk diintegrasikan dengan teknik optimasi dan control adaptif, sehingga banyak digunakan dalam sistem prediksi dan klasifikasi yang modern, contohnya dalam peramalan permintaan energy dan diagnosis medis [14].

Dengan demikian, evolusi metode SPJ ini menunjukkan adanya pergeseran dari pendekatan dasar yang didasarkan pada perhitungan aritmatika menuju metode yang menggunakan logika Fuzzy serta

kecerdasan buatan. Ini membuktikan bahwa SPK memiliki sifat yang adaptif, fleksibel dan mampu beradaptasi dengan bertambahnya kompleksitas masalah yang dihadapi.

2. Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP adalah sebuah pendekatan untuk pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Metode ini berfungsi untuk menentukan bobot atau nilai penting dari setiap kriteria melalui metode perbandingan berpasangan. Dalam penelitian ini, AHP diterapkan untuk mengevaluasi nilai penting dari masing-masing kriteria (seperti jumlah bandar, pengedar, pengguna, klien, THM (tempat hiburan malam) / kos), yang kemudian akan dipakai sebagai input dalam sistem fuzzy mamdani [16].

- a. Menghitung bobot masing-masing kriteria (rata-rata baris) :

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n n_{ij}$$

dengan w_i merupakan bobot akhir dari kriteria ke- i dan n merupakan jumlah indikator.

- b. Matriks perbandingan berpasangan :

Pertama, matriks perbandingan berpasangan antar kriteria dibuat. Pengisian matriks ini dilakukan berdasarkan input dari pengguna, dengan rumus yang digunakan yaitu :

$$m_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \text{ dan } m_{ji} = \frac{1}{m_{ij}}$$

dengan :

- W_i dan W_j merupakan nilai bobot untuk kriteria ke- i dan ke- j .
- m_{ij} menunjukkan nilai komparatif dari kriteria i dibandingkan dengan kriteria j .
- nilai pada $m_{ij} = 1$, karena setiap kriteria selalu dibandingkan dengan dirinya sendiri.

Implementasi sistem memanfaatkan array \$mapping untuk menyusun elemen-elemen yang relevan untuk perbandingan. Hanya ada 10 kombinasi berbeda dari 5 indikator yang dilakukan perbandingan.

- c. Menjumlahkan total setiap kolom :

$$\text{JumlahKolom}_j = \sum_{i=1}^n m_{ij}$$

Dengan n adalah jumlah kriteria

d. Normalisasi matriks :

$$n_{ij} = \frac{m_{ij}}{\text{JumlahKolom}_{ij}}$$

dengan n_{ij} adalah elemen normalisasi dari baris ke- i dan ke- j , tujuan menormalisasi ini agar total setiap kolom menjadi 1.

3. Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah sebuah pendekatan dalam pengambilan keputusan yang dapat mengelola informasi yang tidak jelas dan tidak pasti melalui aturan IF-THEN. Ada beberapa tipe metode inferensi fuzzy yang sering diterapkan, diantaranya : Fuzzy Mamdani, Fuzzy Sugeno, dan Fuzzy Tsukamoto. Penggunaan Mamdani cukup populer karena cara penyajian aturannya mirip dengan cara berpikir manusia melalui proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Metode ini terbukti efektif di berbagai sektor seperti penerapan produksi dan dalam sistem peringatan dini untuk bencana [13]. Fuzzy Sugeno adalah variasi yang lebih berbasis matematis, karena hasil dari sistem ini berupa fungsi linier atau konstan yang membuatnya lebih mudah diintegrasikan dengan sistem optimasi dan adaptif, serta banyak diterapkan dalam sistem prediksi dan klasifikasi yang modern [15]. Disisi lain, Fuzzy Tsukamoto menerapkan fungsi keanggotaan monoton pada setiap aturannya, sehingga hasilnya tegas tetapi tetap mempertahankan sifat fleksibilitas dari fuzzy. Metode ini seringkali dipakai dalam sistem penilaian atau rekomendasi karena hasil akhir yang diperoleh tampak lebih jelas [16]. Sistem fuzzy yang digunakan terdiri dari tahapan berikut :

a. Fuzzifikasi

Tahap ini mengkonversi input yang berbentuk data jelas menjadi format fuzzy melalui penggunaan fungsi keanggotaan. Dalam penelitian ini, input berasal dari lima indikator (bandar, pengedar, pengguna, klien, kos/THM). Nilai dari setiap indikator ditentukan berdasarkan data aktual yang diperoleh, kemudian di petakan ke dalam himpunan fuzzy seperti siaga, waspada, rawan.

Nilai indikator dibagi menjadi tiga kategori tingkat kerawanan Siaga, Waspada, Rawan. Masing-masing memiliki fungsi keanggotaan fuzzy (μ) :

$\mu_{\text{rendah}}(X_1), \mu_{\text{sedang}}(X_2), \mu_{\text{tinggi}}(X_3)$
--

b. Inferensi Fuzzy

Pada titik ini, prinsip-prinsip yang berbentuk IF-THEN diterapkan untuk memproses data fuzzy. Salah satu metode inferensi yang paling

dikenal adalah metode Mamdani, Karen aturan yang diterapkannya mirip dengan cara berfikir manusia. Berikut adalah contoh aturannya :

- IF “bandar tinggi” AND “pengguna tinggi” THEN “kerawanan rawan”.
- IF “bandar rendah” AND “pengguna sedang” THEN “kerawanan waspada”.

Setiap ketentuan ditentukan dengan menggunakan nilai terendah dari keanggotaan fuzzy (rumus min) sebagai operator AND (t-norm).

$$\alpha = \min (\mu_{\text{tinggi}} (X_1), \mu_{\text{tinggi}} (X_2), \mu_{\text{tinggi}} (X_3), \mu_{\text{tinggi}} (X_4), \mu_{\text{tinggi}} (X_5))$$

$\alpha \rightarrow$ untuk membuat kurva output pada fuzzy

c. Defuzzifikasi

Langkah akhir ialah mengubah hasil fuzzy menjadi nilai yang jelas (crisp value) sehingga dapat dimengerti secara angka. Sebagai contoh, dari proses inferensi diperoleh tingkat kerawanan, yang selanjutnya bisa dikelompokkan sebagai nilai kerawanan.

$$z = \frac{\int \mu_{\text{output}}(y) * y \, dy}{\int \mu_{\text{output}}(y) \, dy}$$

Ilustrasi :

SIAGA

- Fuzzifikasi

Bandar : 0 $\rightarrow$ rendah ($\mu=1$)

Pengedar : 0 $\rightarrow$ rendah ($\mu=1$)

Pengguna : 0 $\rightarrow$ rendah ($\mu=1$)

Klien : 3 $\rightarrow$ sedang ($\mu=1$)

kos/THM : 0 $\rightarrow$ rendah ($\mu=1$)

- Inferensi / IF-THEN

Jika klien rendah AND kos rendah $\rightarrow$ Siaga

$$\alpha = \min (1,1) = 1$$

- Agregasi

$$\mu \text{ Siaga} = 1$$

$$\mu \text{ Waspada} = 0$$

$$\mu \text{ Rawan} = 0$$

- Defuzzifikasi

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{(\mu_{\text{Siaga}} \cdot c_{\text{Siaga}}) + (\mu_{\text{Waspada}} \cdot c_{\text{Waspada}}) + (\mu_{\text{Rawan}} \cdot c_{\text{Rawan}})}{\mu_{\text{Siaga}} + \mu_{\text{Waspada}} + \mu_{\text{Rawan}}} \\
 &= \frac{(1.30) + (0.60) + (0.90)}{1 + 0 + 0} \\
 &= \frac{30}{1} = 30
 \end{aligned}$$

WASPADA

- Fuzzifikasi

Bandar = 0 → rendah ($\mu=1$)

Pengedar = 1 → sedang ($\mu=1$)

Pengguna = 0 → rendah ($\mu=1$)

Klien = 0 → rendah ($\mu=1$)

Kos/THM = 0 → rendah ($\mu=1$)

- Inferensi / IF-THEN

- Jika bandar rendah AND pengedar sedang → Waspada

$$\alpha_1 = \min(1, 1) = 1$$

- Agregasi

$$\mu_{\text{Siaga}} = \max(\alpha_2) = 0$$

$$\mu_{\text{Waspada}} = \max(\alpha_1) = 1$$

$$\mu_{\text{Rawan}} = 0$$

- Defuzzifikasi

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{(0.30) + (1.60) + (0.90)}{0 + 1 + 0} \\
 &= \frac{60}{1} \\
 &= 60
 \end{aligned}$$

RAWAN

- Fuzzifikasi

Bandar = 1 → tinggi ($\mu=1$)

Pengedar = 1 → tinggi ($\mu=1$)

Pengguna = 0 → rendah ($\mu=1$)

Klien = 0 → rendah ($\mu=1$)

Kos/THM = 0 → rendah ($\mu=1$)

- Inferensi / IF-THEN

- Jika bandar tinggi AND pengedar tinggi → Rawan

$$\alpha_1 = \min (\mu \text{ Bandar}, \mu \text{ Pengedar}) \\ = \min (1,1) = 1$$

- Jika bandar rendah AND pengguna sedang $\rightarrow$ Waspada

$$\alpha_2 = \min (\mu \text{ Bandar}, \mu \text{ Pengguna}) \\ = \min (0,0) = 0$$

- Jika klien rendah AND kos rendah $\rightarrow$ Siaga

$$\alpha_3 = \min (\mu \text{ Klien}, \mu \text{ Kos}) \\ = \min (0,0) = 0$$

- Agregasi

$$\mu \text{ Siaga} = \max (\text{aturan} \rightarrow \text{siaga}) = \alpha_3 = 0$$

$$\mu \text{ Waspada} = \max (\text{aturan} \rightarrow \text{waspada}) = \alpha_2 = 0$$

$$\mu \text{ Rawan} = \max (\text{aturan} \rightarrow \text{rawan}) = \alpha_1 = 1$$

- Defuzzifikasi

$$Z = \frac{(\mu \text{Siaga} \cdot c \text{Siaga}) + (\mu \text{Waspada} \cdot c \text{Waspada}) + (\mu \text{Rawan} \cdot c \text{Rawan})}{\mu \text{Siaga} + \mu \text{Waspada} + \mu \text{Rawan}} \\ = \frac{(0.30) + (0.60) + (1.90)}{0 + 0 + 1} \\ = \frac{90}{1} = 90$$

4. Kerawanan Narkoba

Menurut Badan Narkotika Nasional Kabupaten Cilacap, penilai mengenai tingkat kerawanan narkoba ditentukan berdasarkan lima kriteria utama yang dianggap menggambarkan kondisi di lapangan. Kelima kriteria tersebut meliputi :

- a. Bandar : menandakan keberadaan atau ketiadaan pemasok utama obat terlarang di area tertentu.
- b. Pengedar : menjelaskan seberapa jauh penyebaran obat terlarang di kalangan masyarakat.
- c. Pengguna : merefleksikan seberapa tinggi permintaan dan perilaku penyalahgunaan narkoba.
- d. Klien : jumlah orang yang tengah mengikuti proses rehabilitasi.
- e. Kos/THM : tempat yang memiliki kemungkinan untuk dijadikan lokasi peredaran dan penyalahgunaan narkoba.

Kriteria tersebut sangat penting dalam mengukur tingkat kerawanan di wilayah desa terhadap penyalahgunaan narkoba. Penetapan bobot untuk setiap kriteria dilakukan dengan metode AHP, yang selanjutnya diterapkan dalam proses inferensi Fuzzy Mamdani untuk menghasilkan nilai kerawanan dan kategori yang meliputi :

- Siaga : kategori paling rendah
- Waspada : kategori sedang
- Rawan : kategori paling tinggi

Dengan menggunakan lima indikator kriteria tersebut, BNNK Cilacap berusaha untuk memetakan tingkat kerawanan narkoba di wilayah desa/kelurahan. Penyelidikan ini sangat krusial sebagai landasan pengambilan keputusan, baik untuk langkah-langkah pencegahan, sosialisasi, maupun rehabilitasi. Oleh karena itu, indikator-indikator yang ditetapkan oleh BNNK tidak hanya berfungsi sebagai tolak ukur, tetapi juga sebagai pijakan untuk strategi dalam menanggulangi penyebaran dan penyalahgunaan narkoba.

5. CodeIgniter sebagai Framework Pengembangan Sistem

CodeIgniter (CI) adalah sebuah framework berbasis PHP yang dirancang untuk menciptakan aplikasi berbasis web dengan cepat dan terorganisir. Framework ini mengadopsi model Model-View-Controller (MVC) sehingga memisahkan dengan jelas antara logika bisnis, tampilan dan pengelolaan data. Pemisahan ini memungkinkan pengembangan dan pemeliharaan aplikasi dilakukan dengan lebih efisien.

Dalam penelitian ini, digunakan CodeIgniter versi 4 (CI4) yang menawarkan berbagai keunggulan, termasuk :

- a. Struktur yang modular dan ringan, sehingga memudahkan dalam mengelola aplikasi yang berukuran menengah hingga besar.
- b. Dukungan penuh untuk PHP 7/8, yang menjadikan lebih cepat dan lebih aman.
- c. Routing yang fleksibel, memungkinkan penataan URL secara lebih teratur dan mudah dimengerti.
- d. Integrasi yang mudah dengan database, khususnya MySQL yang digunakan dalam penelitian ini.
- e. Pendekatan MVC yang sistematis, yang mendukung pengembangan aplikasi berbasis web dengan manajemen yang lebih baik.

Studi lain juga berhasil mengimplementasikan CodeIgniter dalam sistem keuangan desa dengan menggunakan metode Rapid Application Development (RAD), yang menunjukkan kemampuan fleksibel dari framework ini di berbagai sektor [17]. Mendesain sistem informasi publikasi berbasis web dengan menggunakan CI4 dan MySQL, serta membuktikan bahwa framework ini mampu mengelola informasi secara terorganisir di lingkungan instansi pemerintah [18].

MySQL merupakan sebuah sistem pengelolaan database relasional (RDBMS) yang sering dimanfaatkan untuk aplikasi berbasis web karena efektivitasnya dalam menyimpan, mengelola, dan menyajikan data dengan cepat. Dalam sistem “Tawan Narkoba”, MySQL dipakai untuk menyimp-

an data mengenai indikator kerawanan narkoba, hasil dari perhitungan Fuzzy Mamdani, dan kategori Siaga, Waspada, dan Rawan [19].

PHP merupakan bahasa pemrograman yang dijalankan di sisi server yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi web yang dinamis. Dalam sistem “Tawan Narkoba”, PHP berfungsi untuk menghubungkan antarmuka pengguna dengan database MySQL dan juga untuk menerapkan logika Fuzzy Mamdani sehingga hasil evaluasi kerawanan dapat disajikan secara real-time [20].

6. Blackbox Testing

Pengujian blackbox testing adalah teknik evaluasi perangkat lunak yang menitikberatkan pada fungsi eksternal dari sistem tanpa harus mempertimbangkan struktur internal atau kode yang digunakan. Proses ini dilakukan dengan menyuplai input tertentu untuk memeriksa apakah hasil output yang dihasilkan sudah sesuai dengan spesifikasi fungsional. Metode ini mempermudah pengujian dalam mendeteksi kesalahan pada antarmuka, validasi data, atau alur proses dari perspektif pengguna. Pengujian blackbox testing sangat efektif untuk menjamin perangkat lunak beroperasi sesuai dengan kebutuhan fungsional tanpa perlu memahami rincian implementasi kode [21].