

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada penelitian ini, literatur yang diulas bersumber dari berbagai penelitian sebelumnya yang relevan dan mendukung analisis serta metode yang diterapkan. Peninjauan literatur ini bertujuan untuk memberikan landasan teoritis yang kuat sekaligus menempatkan penelitian dalam konteks akademis yang lebih luas.

Bagian ini akan membahas secara mendalam penerapan metode *Fuzzy Tsukamoto* yang berperan dalam menangani ketidakpastian, serta penerapan metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks* (SMARTER) yang digunakan untuk melakukan penilaian dengan menentukan peringkat nilai berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan..

2.1 Tinjauan Pustaka

Metode *Fuzzy Tsukamoto* menunjukkan kinerja yang lebih unggul dibandingkan metode Sugeno dalam membantu perusahaan kain tenun menentukan jumlah produksi yang optimal. Dalam penelitian tersebut, tantangan utama terletak pada ketidakpastian permintaan pasar, ketersediaan stok, dan biaya produksi yang berubah-ubah, sehingga diperlukan pendekatan yang mampu memproses informasi yang tidak pasti secara lebih akurat. Melalui penerapan sistem berbasis aturan *decision tree*, kedua metode diuji untuk memprediksi jumlah produksi yang paling mendekati kondisi nyata. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa metode *Tsukamoto* menghasilkan prediksi yang lebih stabil dan akurat, dengan tingkat akurasi mencapai 83,33%, sehingga dinilai lebih sesuai digunakan dalam pengambilan keputusan produksi pada industri kain tenun (Tundo, dkk., 2020).

Metode *Fuzzy Tsukamoto* menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendukung proses pemilihan jurusan bagi siswa SMA di Banten, khususnya di sekolah-sekolah yang belum memiliki standar penilaian yang jelas. Metode ini mengubah data kualitatif menjadi nilai kuantitatif melalui tahapan *fuzzifikasi*,

inferensi, dan *defuzzifikasi*, sehingga mampu mengolah informasi yang tidak pasti maupun terbatas. Keunggulannya terlihat pada fleksibilitas dalam menangani data yang tidak terstruktur serta kemampuannya menghasilkan rekomendasi yang lebih terukur, meskipun masih memiliki kelemahan berupa kompleksitas penyusunan aturan dan ketergantungan pada ketepatan fungsi keanggotaan. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi mencapai 99,2%, sehingga metode ini mampu memberikan rekomendasi jurusan yang objektif dan terarah untuk membantu sekolah mengarahkan pilihan pendidikan siswa (Rusmardiana, dkk., 2018).

Metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penilaian kinerja karyawan yang sebelumnya dilakukan secara manual, membutuhkan waktu yang lama, dan sering menimbulkan hasil penilaian yang subjektif (Juansyah dan Rahayu, 2023). Dalam penerapannya, metode ini memproses faktor-faktor penilaian seperti kinerja, komunikasi, dan loyalitas melalui tiga tahap utama, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi, sehingga sistem mampu menghasilkan nilai reward yang lebih terukur dan objektif. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem memberikan keluaran yang jelas mengenai tingkat kelayakan reward yang diklasifikasikan menjadi layak, dipertimbangkan, dan tidak layak, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Temuan tersebut mencerminkan bahwa metode ini memiliki akurasi dan keandalan yang tinggi dalam mendukung proses evaluasi karyawan secara lebih efektif dan konsisten.

Metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat diterapkan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan untuk menilai kinerja karyawan (Pakpahan A. V. & Fatrian F. N., 2021). Permasalahan utama yang muncul dalam proses evaluasi adalah kurangnya objektivitas, karena penilaian sering dipengaruhi oleh persepsi subjektif supervisor sehingga berpotensi menghasilkan keputusan yang tidak akurat. Untuk menjawab persoalan tersebut, sistem pendukung keputusan berbasis logika *fuzzy* dikembangkan guna memproses ketidakpastian dalam penilaian dengan menggunakan kriteria dan subkriteria yang telah ditetapkan. Hasil penerapannya menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Tsukamoto* mampu menghasilkan penilaian yang lebih objektif dan akurat,

dengan rentang nilai kinerja dapat mencapai 90, di mana nilai tertinggi berada pada kategori “Sangat Baik”. Pendekatan ini membantu perusahaan dalam menentukan keputusan terkait perpanjangan kontrak serta meningkatkan efektivitas proses evaluasi kinerja secara keseluruhan.

Metode SMARTER dapat diterapkan untuk mengatasi kesenjangan pemahaman antara direktur HR yang tidak memiliki latar belakang teknologi informasi dan kebutuhan spesifik pada posisi TI, yang sering menimbulkan kekeliruan dalam proses seleksi kandidat (Rahman, dkk., 2024). Dalam penerapannya, sistem penilaian memproses sembilan kriteria evaluasi, termasuk pendidikan, pengalaman kerja, dan kemampuan bahasa Inggris, melalui pembobotan SMARTER yang dikombinasikan dengan pendekatan *Rank Order Centroid* (ROC), sehingga proses penempatan karyawan TI menjadi lebih terarah, objektif, dan terukur. Hasil implementasi menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas rekrutmen dengan menghasilkan peringkat kandidat berdasarkan nilai akhir, di mana kandidat EC1 memperoleh skor tertinggi yaitu 3,693, diikuti EC2 dengan 3,651, dan EC6 dengan 3,549, yang mencerminkan tingkat kesesuaian yang lebih tinggi terhadap kriteria yang telah ditetapkan.

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks* (SMARTER) dapat digunakan untuk memetakan area endemik demam dengue secara lebih akurat, dengan latar belakang tingginya angka kejadian di Kota Semarang yang menuntut pemetaan risiko yang tepat (Sari, dkk., 2018). Dalam penerapannya, AHP digunakan untuk menetapkan prioritas kriteria seperti suhu, curah hujan, dan kepadatan penduduk, sedangkan SMARTER diterapkan untuk menghitung bobot akhir menggunakan pendekatan ROC sehingga menghasilkan pembobotan yang lebih objektif dan konsisten. Hasil analisis menunjukkan bahwa Kecamatan Tembalang memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,572 dan ditetapkan sebagai wilayah prioritas dalam penanganan demam dengue. Secara keseluruhan, penerapan kedua metode ini mampu menghasilkan pemetaan

risiko yang lebih akurat serta mendukung proses pengambilan keputusan dalam upaya menekan kasus demam dengue di wilayah berisiko.

Metode kombinasi Fuzzy dan Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Rank (SMARTER) dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan revitalisasi pura di Bali, yang menghadapi permasalahan kompleks seperti usia bangunan, kondisi fisik, dan tingkat kerentanan terhadap bencana (Putri, E., dkk., 2024). Dalam penerapannya, peneliti mengintegrasikan berbagai kriteria melalui pendekatan fuzzy yang mampu mengolah nilai-nilai yang tidak pasti serta menerapkan metode SMARTER untuk menghasilkan perankingan alternatif secara lebih objektif dan terukur. Hasil analisis menunjukkan bahwa alternatif Pelinggih Padmasana memperoleh nilai akhir tertinggi, yaitu 0,80833, sehingga direkomendasikan sebagai struktur yang paling tepat untuk direvitalisasi secara menyeluruh.

Metode kombinasi SMARTER–Fuzzy dan SMARTER–Fuzzy–TOPSIS dapat diterapkan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan penerimaan beasiswa PPA di STAHN Mpu Kuturan Singaraja, yang sebelumnya menghadapi permasalahan berupa lamanya waktu penghitungan dan kurang akuratnya hasil seleksi akibat penggunaan metode konvensional (Tri, dkk., 2024). Dalam penerapannya, metode SMARTER digunakan untuk menentukan bobot setiap kriteria, pendekatan Fuzzy dimanfaatkan untuk mengubah nilai kriteria ke dalam rentang 0 hingga 1, dan metode TOPSIS diterapkan untuk menghasilkan perankingan alternatif secara lebih sistematis dan terukur. Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi metode SMARTER–Fuzzy mampu memberikan tingkat akurasi sebesar 86,6%, sedangkan SMARTER–Fuzzy–TOPSIS menghasilkan akurasi 75,5%, sehingga membuktikan bahwa pendekatan gabungan tersebut efektif dalam memberikan rekomendasi penerima beasiswa yang lebih objektif.

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dan SMARTER dalam pengembangan sistem pendukung keputusan untuk perekrutan karyawan yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan seleksi karyawan yang

sebelumnya masih dilakukan secara konvensional dan sering menghasilkan kandidat yang kurang sesuai dengan kebutuhan perusahaan (Afriansya & Utami, 2022). Untuk menyelesaikan kendala tersebut, peneliti merancang sistem yang menilai setiap kandidat berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, di mana *Fuzzy Tsukamoto* digunakan untuk menghitung nilai atribut tanpa pembobotan, sedangkan SMARTER diterapkan untuk memberikan bobot prioritas pada masing-masing kriteria. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tiga kandidat terbaik berdasarkan nilai *defuzzifikasi Fuzzy Tsukamoto* adalah Alfando (85,15), Franata (85), dan Naufal (83,77), sementara metode SMARTER menghasilkan tiga kandidat dengan nilai tertinggi yakni Franata (81), Naufal (72), dan Zulfikar (61). Berdasarkan perbandingan kedua metode tersebut, kandidat yang dinyatakan layak diterima adalah Naufal dan Franata. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem pendukung keputusan dapat meningkatkan akurasi dan objektivitas dalam proses seleksi karyawan dibandingkan metode konvensional.

Metode *360 Degree Feedback* dan *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) dapat diterapkan untuk merancang sistem penilaian kinerja karyawan di Universitas Sangga Buana, yang sebelumnya menghadapi berbagai permasalahan dalam proses evaluasi (Dewi, dkk., 2020). Dalam penerapannya, metode *360 Degree Feedback* digunakan untuk memperoleh penilaian yang lebih objektif melalui umpan balik dari atasan, rekan kerja, bawahan, dan penilaian diri, sehingga mampu mengurangi tingkat subjektivitas. Sementara itu, metode SMART dimanfaatkan untuk mengatasi persoalan kurangnya transparansi, ketidakteraturan sistem, dan bias penilaian yang muncul ketika evaluasi hanya bergantung pada atasan, dengan tahapan mulai dari penetapan kriteria, pemberian bobot, normalisasi, penilaian alternatif, hingga perhitungan nilai akhir. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode SMART mampu meningkatkan efisiensi serta kualitas penilaian karyawan, sehingga memberikan proses evaluasi yang lebih sistematis, terukur, dan objektif dibandingkan pendekatan konvensional.

Metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) dapat diterapkan untuk mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) pada proses seleksi siswa baru di SD Luqman Al-Hakim Surabaya, yang sebelumnya menghadapi kendala berupa proses penerimaan manual yang menyebabkan keterlambatan dan meningkatkan potensi kesalahan manusia (Nurut, T., & Latipah, 2021). Dalam penerapannya, metode SMART memproses berbagai kriteria penilaian, seperti nilai rata-rata tes IQ, tingkat penghasilan orang tua, hubungan keluarga, dan prestasi anak, sehingga proses pengambilan keputusan berlangsung lebih objektif dan terukur. Hasil implementasi menunjukkan bahwa metode ini mampu mempercepat proses penilaian dan seleksi, dengan temuan bahwa calon siswa yang memiliki nilai IQ tinggi serta orang tua berpenghasilan sekitar Rp3.000.000–Rp3.900.000 memiliki peluang lebih besar untuk diterima. Secara keseluruhan, penerapan sistem ini meningkatkan efisiensi pengolahan data dan mengurangi risiko kesalahan selama proses seleksi.

Metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks* (SMARTER) diterapkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan objektivitas pengambilan keputusan pada proses pemberian reward di PT Traktor Nusantara, yang sebelumnya masih dilakukan secara subjektif dan sering menimbulkan kesalahan dalam penentuan penerima reward. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis komputer yang menghitung bobot lima kriteria utama, termasuk total transaksi tahunan dan frekuensi pembelian, menggunakan pendekatan *Rank Order Centroid* (ROC). Implementasi metode ini menghasilkan penilaian yang lebih terukur, dengan PT Salim Ivomas Pratama memperoleh skor tertinggi sebesar 0,411 dan ditetapkan sebagai penerima reward terbaik. Penerapan sistem ini tidak hanya menyederhanakan proses evaluasi, tetapi juga membantu mengurangi potensi kesalahan dan memperkuat hubungan antara perusahaan dan pelanggan (Afdal, dkk., 2023).

Sistem akreditasi sekolah digunakan sebagai instrumen evaluatif untuk menilai tingkat kelayakan lembaga pendidikan berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP), sebagaimana dibahas dalam penelitian (Maulana, 2022). Penelitian tersebut

dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan mekanisme penilaian yang lebih objektif dan transparan dalam mendukung peningkatan kinerja sekolah, dengan pendekatan studi literatur deskriptif terhadap berbagai teori serta temuan penelitian sebelumnya. Hasil kajian menunjukkan bahwa pelaksanaan akreditasi memberikan landasan evaluasi yang jelas bagi sekolah dalam merancang strategi pengembangan, sekaligus mendorong peningkatan kinerja kepala sekolah, guru, dan tenaga kependidikan melalui proses penilaian yang berkelanjutan. Dengan penerapan yang konsisten dan akuntabel, sistem akreditasi dinilai efektif dalam memperbaiki tata kelola sekolah serta meningkatkan mutu pendidikan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh pemerintah.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Akreditasi Sekolah

Akreditasi sekolah atau madrasah adalah tanda kualitas yang diberikan kepada institusi pendidikan setelah melalui penilaian ketat. Penilaian ini dilakukan oleh pihak independen untuk memastikan bahwa sekolah atau madrasah tersebut telah memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Tujuan utama akreditasi adalah memberikan jaminan kepada masyarakat bahwa pendidikan yang diberikan di sekolah tersebut sudah sesuai dengan standar yang diharapkan.

Selain itu, akreditasi juga menjadi pemacu bagi sekolah untuk terus berinovasi dan meningkatkan kualitasnya. Hasil akreditasi tidak hanya bermanfaat bagi sekolah itu sendiri, tetapi juga menjadi rujukan penting bagi masyarakat, terutama bagi orang tua yang ingin mendaftarkan anaknya ke sekolah. Dengan adanya akreditasi, masyarakat dapat lebih mudah memilih sekolah yang berkualitas dan terpercaya (Abdul Malik, dkk., 2023). Proses ini melibatkan evaluasi menyeluruh terhadap berbagai aspek yaitu :

1. Mutu Kelulusan

Standar mutu lulusan tidak hanya mencakup penguasaan materi pelajaran, tetapi juga meliputi aspek-aspek seperti kedisiplinan, tanggung jawab, dan kemampuan

bekerja sama. Untuk memastikan bahwa lulusan memenuhi standar tersebut, dilakukan penilaian yang komprehensif, mulai dari observasi perilaku hingga analisis dokumen.

2. Proses Pembelajaran

Penilaian dalam proses pembelajaran bukan hanya sekedar memberikan nilai, tetapi lebih kepada upaya untuk mengetahui sejauh mana siswa telah mencapai tujuan pembelajaran. Guru menggunakan berbagai cara untuk menilai siswa, misalnya melalui tes tertulis, tugas, proyek, atau observasi langsung. Hasil penilaian ini kemudian digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki proses pembelajaran.

3. Mutu Guru

Untuk menilai mutu guru secara komprehensif, kita perlu melihat berbagai aspek, mulai dari proses pembelajaran hingga hasil yang dicapai. Bagaimana guru berinteraksi dengan siswa, bagaimana ia mengelola kelas, dan bagaimana ia merencanakan pembelajaran akan memberikan gambaran tentang kualitas proses pembelajaran. Sementara itu, hasil belajar siswa akan menunjukkan sejauh mana proses pembelajaran tersebut efektif. Dengan demikian, kita dapat memperoleh gambaran yang lebih lengkap tentang kompetensi dan kinerja seorang guru.

4. Manajemen Sekolah

Manajemen sekolah adalah sebuah sistem yang kompleks yang melibatkan berbagai komponen, mulai dari perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, hingga pengawasan. Semua komponen tersebut saling terkait dan berkontribusi terhadap pencapaian tujuan sekolah. Dengan manajemen yang efektif, sekolah dapat menciptakan lingkungan belajar yang kondusif, mengembangkan potensi siswa, dan memenuhi tuntutan masyarakat.

2.2.1.1 Penskoran Indikator Pemenuhan Relatif (IPR).

Indikator Pemenuhan Relatif (IPR) adalah nilai sekolah tambahan untuk jenjang SD/MI terdiri atas 8 butir pernyataan di mana masing-masing butir memiliki bobot yang sama. Setiap butir memiliki 4 (empat) pilihan jawaban yang masing masing

memiliki skor 1, 2, 3, dan 4, sehingga skor maksimum IPR untuk jenjang SD/MI sebesar $8 \times 4 = 32$. Skor IPR hasil perolehan dari 8 butir pernyataan dalam satuan 100 dihitung dengan persamaan (2.1) (Abdul Malik, dkk., 2023) sebagai berikut:

$$Skor\ IPR = \sum_{i=1}^8 \frac{skor\ perolehan\ butir\ ke-i}{32} \times 100 \quad (2.1)$$

2.2.1.2 Penskoran Butir Kinerja Akreditasi

Pada bagian ini dijelaskan proses penskoran butir kinerja akreditasi yang digunakan untuk menilai tingkat pencapaian setiap komponen dalam instrumen akreditasi. Penskoran dilakukan berdasarkan indikator yang telah ditetapkan oleh Badan Akreditasi Nasional Sekolah/Madrasah (BAN-S/M), di mana setiap butir kinerja memiliki nilai tertentu yang menggambarkan tingkat pemenuhan standar mutu pendidikan.

$$C_{maks} = jumlah\ skor\ maksimum = 4 \times jumlah\ butir\ komponen \quad (2.2)$$

Persamaan (2.2) digunakan untuk menghitung skor maksimum (C_{maks}) pada setiap komponen penilaian. Nilai ini diperoleh dari hasil perkalian antara skor tertinggi, yaitu 4, dengan jumlah butir penilaian pada komponen tersebut. Dengan kata lain, persamaan ini menunjukkan batas nilai tertinggi yang bisa dicapai oleh suatu komponen sebelum dikonversi ke dalam skala penilaian IPR.

$$C_i = \sum_{j=1}^k skor\ butir\ ke - j\ komponen\ ke - i \quad (2.3)$$

Persamaan (2.3) digunakan untuk menghitung jumlah skor perolehan (C_i) dari setiap komponen penilaian. Nilai ini diperoleh dengan menjumlahkan seluruh skor butir yang terdapat pada komponen ke- i . Setiap butir memiliki nilai tertentu sesuai hasil penilaian asesor. Jika suatu komponen memiliki sejumlah butir (k), maka seluruh skor dari butir-butir tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan total skor komponen.

$$skor\ komponen\ ke - i = \frac{C_i}{C_{maks}} \times bobot\ komponen\ ke - i \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) digunakan untuk menghitung skor komponen akreditasi ke- i . Dalam perhitungannya, nilai yang diperoleh dari suatu komponen (C_i) dibagi dengan skor maksimum (C_{maks}), kemudian hasilnya dikalikan dengan bobot komponen ke- i .

$$skor\ total\ komponen = \sum_{i=1}^4 skor\ komponen\ ke - i \quad (2.5)$$

Persamaan (2.5) digunakan untuk menghitung skor total komponen akreditasi dengan menjumlahkan semua skor komponen ke- i yang telah diperoleh sebelumnya. Dalam konteks akreditasi sekolah dasar, perhitungan ini mencakup empat komponen utama, yaitu mutu lulusan, proses pembelajaran, mutu guru, dan manajemen sekolah atau madrasah.

2.2.1.3 Nilai Akhir Akreditasi

Persamaan (2.6) digunakan untuk menghitung Nilai Akhir (NA) akreditasi sekolah dengan mempertimbangkan dua komponen utama, yaitu skor Indikator Pemenuhan Relatif (IPR) dan skor total komponen penilaian akreditasi. Rumus perhitungannya ditulis sebagai berikut:

$$NA = (0.15 \times skor\ IPR) + (0.85 \times skor\ total\ komponen) \quad (2.6)$$

Berdasarkan persamaan tersebut, nilai akhir akreditasi diperoleh dari hasil penjumlahan antara 15% skor IPR dan 85% skor total komponen penilaian. Artinya, skor IPR memiliki kontribusi sebesar 0,15 atau 15 persen terhadap nilai akhir, sedangkan skor total dari seluruh komponen penilaian memiliki kontribusi yang lebih besar, yaitu 0,85 atau 85 persen.

2.2.2 Logika Fuzzy Tsukamoto

Metode *Fuzzy Tsukamoto* adalah salah satu pendekatan dalam logika *fuzzy* yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam kondisi yang tidak pasti. Metode ini bekerja dengan mengubah data yang bersifat ambigu menjadi nilai yang lebih jelas dan terukur menggunakan aturan *IF-THEN*. Metode ini mampu menghasilkan output yang lebih akurat melalui proses *defuzzifikasi*, sehingga lebih fleksibel dibandingkan sistem berbasis logika biner. Metode ini banyak diterapkan

dalam berbagai bidang seperti sistem pendukung keputusan, pengendalian proses, dan evaluasi kinerja.

Metode *Fuzzy Tsukamoto* terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu *fuzzifikasi*, *inferensi*, dan *defuzzifikasi*. *Fuzzifikasi* adalah proses mengonversi data numerik menjadi bentuk himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu. Fungsi ini biasanya berbentuk linear naik, linier turun atau segitiga, dan dikategorikan berdasarkan variabel yang dianalisis. Beberapa macam fungsi keanggotaan pada logika *fuzzy* adalah sebagai berikut :

1. Fungsi Keanggotaan Kurva Linier Naik

Perhitungan pada fungsi keanggotaan kurva linier naik dihitung seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.7)(Suharjito, dkk, 2017):

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{jika } a < x < b \\ 1 & \text{jika } x \geq b \end{cases} \quad (2.7)$$

2. Fungsi Keanggotaan Kurva Linier Turun

Perhitungan pada fungsi keanggotaan kurva linier turun dihitung seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.8):

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{jika } b < x < c \\ 0 & \text{jika } x \geq c \end{cases} \quad (2.8)$$

3. Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga

Perhitungan pada fungsi keanggotaan kurva linier naik dihitung seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.9) :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq a \text{ dan } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & \text{jika } a < x < b \\ 1 & \text{jika } x = b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} & \text{jika } b < x < c \end{cases} \quad (2.9)$$

Dengan :

$\mu(x)$ adalah fungsi keanggotaan untuk variable x .

x adalah variable input.

a adalah batas bawah dari interval *fuzzy*.

b adalah titik tengah dari interval *fuzzy*.

Tahap berikutnya adalah pembentukan aturan *fuzzy*. Dalam sistem berbasis pengetahuan *fuzzy*, aturan-aturan *fuzzy* dirumuskan menggunakan pernyataan kondisional *IF-THEN*, yang menghubungkan suatu kondisi dengan konsekuensinya. Setiap bagian dari aturan ini dinyatakan menggunakan variabel linguistik yang telah ditentukan dalam himpunan *fuzzy*. Aturan-aturan tersebut berperan sebagai representasi pengetahuan pakar yang menggambarkan hubungan antara input dan output sistem dalam bentuk yang dapat dipahami oleh mesin. Salah satu contoh aturan *IF-THEN* dalam metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat dilihat pada persamaan (Prisilia & Gusrianty, 2024) (2.10).

$$IF (kondisi 1) AND (kondisi 2) THEN (konsekuensi) \quad (2.10)$$

Selanjutnya, proses *inferensi* dilakukan untuk menentukan nilai keluaran berdasarkan aturan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam metode ini, aturan yang digunakan harus bersifat monoton agar hasil yang diperoleh tetap konsisten. Untuk menghitung nilai α -predikat, digunakan operator MINIMUM ($\cap$) yang dirumuskan sebagai berikut (Wahyuni, dkk., 2021)(2.11):

$$\alpha_i = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.11)$$

Dengan :

$\mu_A(x)$ sebagai derajat keanggotaan variabel pertama,

$\mu_B(y)$ sebagai derajat keanggotaan variabel kedua.

Fungsi min digunakan untuk mengimplementasikan operator *AND* dalam sistem *Fuzzy Tsukamoto*.

Kemudian, nilai konsekuen diperoleh menggunakan persamaan (2.12):

$$Z_i = \alpha_i \times (Z_{max} - Z_{min}) + Z_{min} \quad (2.12)$$

Dengan :

Z_i adalah nilai konsekuen hasil *inferensi fuzzy*,

α_i adalah nilai α -predikat dari aturan *fuzzy*,

Z_{max} dan Z_{min} masing-masing sebagai batas maksimum dan minimum dari nilai keluaran.

Tahap akhir dalam proses ini adalah *defuzzifikasi*, yaitu mengonversi hasil *fuzzy* menjadi nilai numerik (*crisp*) yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan. Dalam metode *Tsukamoto*, *defuzzifikasi* dilakukan menggunakan pendekatan rata-rata terbobot yang dirumuskan sebagai berikut (Hadi & Mahmudy, 2015)(2.13) :

$$Z = \frac{\sum \alpha_i \cdot p_i \cdot z_i}{\sum \alpha_i \cdot p_i} \quad (2.13)$$

Dengan :

α_i Adalah nilai *alpha* predikat.

i adalah jumlah data pada aturan *fuzzy*.

z_i adalah nilai *crisp*.

Z adalah *defuzzifikasi* rata rata terpusat.

2.2.3 Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Ranks (SMARTER)

Metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks* (SMARTER) adalah salah satu pendekatan yang digunakan dalam pengambilan keputusan yang melibatkan banyak kriteria. Metode ini merupakan pengembangan dari metode sebelumnya yaitu *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) yang pertama kali diperkenalkan oleh Edwards dan Baron pada tahun 1994. Tujuan utama dari metode ini adalah membantu pengambil keputusan dalam memberikan bobot yang lebih akurat terhadap setiap kriteria dengan menggunakan teknik *Rank Order Centroid* (ROC) (Silalahi, 2020).

Langkah pertama dalam metode SMARTER adalah dengan mengidentifikasi kriteria yang akan digunakan sebagai dasar evaluasi serta menentukan alternatif-alternatif yang akan dibandingkan. Kriteria ini harus dipilih dengan baik agar relevan

dengan tujuan keputusan yang ingin diambil. Setelah itu, setiap kriteria diberi bobot menggunakan metode *Rank Order Centroid* (ROC). Bobot ini ditentukan berdasarkan peringkat kepentingan setiap kriteria, di mana semakin tinggi peringkatnya, semakin besar bobotnya. Menentukan bobot dapat dilakukan dengan menggunakan rumus (2.14)(Santosa, dkk., 2020):

$$W_k = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{i} \right) \quad (2.14)$$

Dengan :

W_k adalah bobot kriteria ke $-k$.

k adalah jumlah total kriteria.

i adalah Peringkat kriteria dimulai dengan kriteria penting pada peringkat pertama.

Langkah terakhir dalam metode SMARTER adalah menghitung nilai akhir pada setiap alternatif. Nilai akhir diperoleh dengan mengalikan bobot kriteria dengan nilai utility yang sudah dihitung, kemudian menjumlahkannya untuk mendapatkan peringkat akhir. Perhitungan dapat dilakukan dengan formula (2.15)(Hidayat, dkk., 2019):

$$U_n = \sum_{k=1}^K W_k \times U_n(X_{nk}) \quad (2.15)$$

Dengan :

U_n adalah nilai akhir dari alternatif ke- n ,

W_k adalah bobot dari kriteria ke- k ,

$U_n(X_{nk})$ adalah nilai utility alternatif terhadap kriteria yang bersangkutan.

2.2.4 System Development Life Cycle (SDLC)

Model *Waterfall* merupakan salah satu pendekatan dalam *System Development Life Cycle* (SDLC) yang bekerja secara berurutan dari tahap analisis hingga tahap pemeliharaan. Metode ini dipilih karena alurnya stabil, terstruktur, dan mampu menggambarkan kebutuhan sistem sejak awal sehingga cocok digunakan ketika

kebutuhan telah dapat didefinisikan secara jelas sebelum pengembangan dimulai (Santonanda, dkk., 2022).

Gambar 2.1 menunjukkan lima tahapan utama dalam SDLC, yaitu analisis kebutuhan, desain sistem, pembuatan kode program, pengujian, dan pemeliharaan. SDLC digambarkan sebagai proses yang menuntut ketelitian pada setiap fase, karena setiap tahap harus menghasilkan keluaran yang matang sebelum digunakan sebagai dasar bagi tahap berikutnya agar kualitas sistem tetap terkontrol. Pendekatan ini juga menekankan proses kerja yang terstruktur, di mana setiap langkah pengembangan dapat disempurnakan atau diulang terlebih dahulu hingga benar-benar sesuai sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya (Sulaiman, 2025).

1. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap ini mengidentifikasi kebutuhan pengguna, proses bisnis, dan fungsi sistem secara rinci agar pengembang memahami ruang lingkup dan tujuan sistem.

2. Desain Sistem

Tahap ini menyusun rancangan arsitektur sistem, alur proses, model basis data, dan antarmuka pengguna yang akan digunakan dalam implementasi.

3. Pembuatan Kode Program

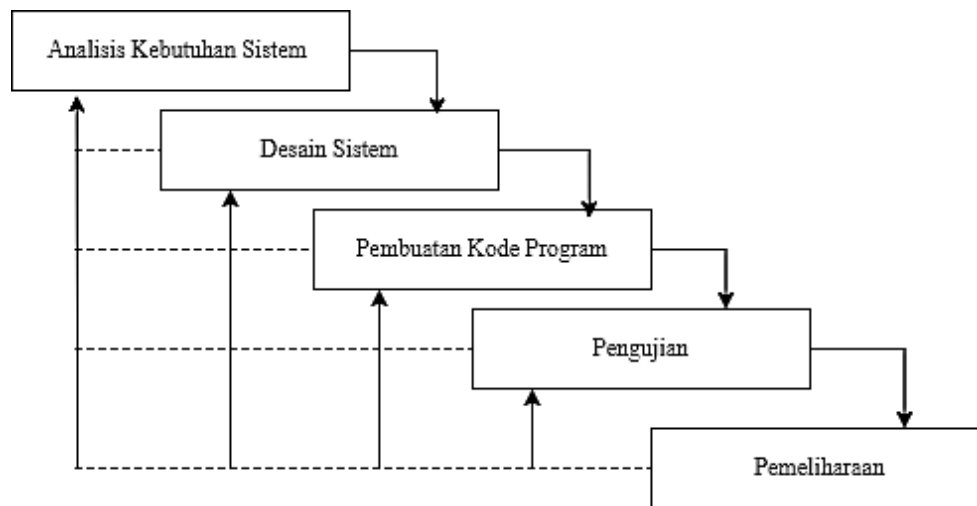
Pada fase ini, pengembang menerjemahkan desain ke dalam kode program, kemudian menyusun dan mengintegrasikan seluruh modul sistem.

4. Pengujian

Tahap pengujian memastikan bahwa sistem berjalan sesuai spesifikasi dan bebas dari kesalahan. Pengujian dilakukan menggunakan metode black box untuk memeriksa fungsi dan keluaran sistem.

5. Pemeliharaan

Setelah sistem digunakan, pengembang melakukan perbaikan, pembaruan, dan penyesuaian sesuai kebutuhan pengguna.



Gambar 2. 1 *System Development Life Cycle (SDLC)* (Sulaiman, 2025)



SEKOLAH PASCASARJANA