

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Metode *fuzzy* digunakan penilaian kualitas layanan untuk evaluasi kinerja satuan pendidikan melalui subdimensi SerVQUAL yang ditentukan melalui metode *fuzzy* AHP dan TOPSIS dengan menentukan efisiensi satuan Pendidikan (Nojavan et al., 2021). Dengan metode *fuzzy* juga menghasilkan pendekatan heuristik untuk menganalisis efek emosional kecerdasan dalam kualitas pengajaran guru dan kerja tim dalam lembaga pelatihan tari (Ren, 2021). Metode fuzzy dapat dijadikan multiatribut tipe 2 fuzzy dalam proses pendekatan pengambilan keputusan untuk evaluasi kualitas layanan bank komersial China untuk meningkatkan daya saing (Tang et al., 2020).

Peningkatan kualitas kinerja dilakukan dengan membentuk sistem penilaian kualitas pelayanan di restoran menggunakan *multi-grade fuzzy* dan analisis kinerja karyawan menggunakan pendekatan *Multi Grade Fuzzy* (MGF) (Akhil & Suresh, 2021). Sistem peningkatan kualitas juga dilakukan pada upaya peningkatan kualitas layanan institusi pendidikan politeknik dengan memprioritaskan parameter kualitas Badan Akreditasi Nasional menggunakan metode *fuzzy* Kano (Kinker et al., 2021). Dengan menggunakan metode *Fuzzy* AHP dimanfaatkan sebagai evaluasi kualitas pengajaran keperawatan di salah satu universitas di China untuk meningkatkan kualitas sesuai dengan kurikulum Dewan Keperawatan Nasional China (Yang et al., 2019).

Certainty factor metode yang digunakan dalam sistem pakar identifikasi pengecekan kualitas kopi dengan menggunakan konsep keyakinan dan ketidakpercayaan (Firmansyah, 2017). Metode *certainty factor* dimanfaatkan untuk mengklasifikasi penempatan karyawan tiap unit kerja atau departemen yang sesuai dengan kemampuan dan pengalamannya sehingga dapat mengoptimalkan kinerja dan produktifitas (Putra & Arifiyanti, 2020). *Certainty factor* dengan metode pengembangan RAD (*Rapid Application Development*) dimanfaatkan untuk

menentukan kualitas telur ayam ke berbagai kelas sehingga mendapatkan kualitas telur yang terbaik (Astafan, 2020).

Sistem pakar penilaian pelanggan menggunakan metode *Artificial Intelligent* membangun model prediksi dan ekspansi nilai pelanggan berdasarkan teknik AI di industri rekreasi (Hsieh, 2009). Sistem pakar penilaian pemodelan bisnis dengan hasil pengambilan keputusan perusahaan untuk menentukan pemodelan ekonomi bisnis yang tepat (Pieroni et al., 2021).

Studi pustaka dalam kajian literasi yang ada pada penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti diatas merupakan sumber pustaka metode logika *Fuzzy* dan *certainty factor* dengan berbagai penelitian terdahulu. Dengan menelaah dari studi pustaka, maka tujuan dilakukan penelitian ini untuk menghasilkan sebuah sistem pakar yang menggunakan metode logika *Fuzzy* dan *certainty factor* dalam mengukur penilaian kualitas *lulusan mahasiswa* dengan variabel kebutuhan yang diperlukan di dunia kerja. Logika *Fuzzy* sebagai metode penalaran untuk melihat nilai kualitas lulusan mahasiswa sebagai bahan atau dasar yang digunakan dalam penelitian. Metode *certainty factor* mengukur ketidakpastian dari hipotesa penilaian kualitas lulusan mahasiswa dengan menghitung kepastian terhadap fakta atau aturan yang telah ditentukan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Kualitas Mahasiswa

Berdasarkan batasan Kemenristekdikti mutu sebuah perguruan tinggi sangat dipengaruhi faktor internal maupun eksternal seperti struktur dan isi kurikulum, kebijakan institusi, kualifikasi staf pengajar, iklim akademik, standarisasi proses dan mutu, dukungan komunitas, jaminan pembiayaan dan dukungan institusional (Basyar, 2016). Berdasarkan data United Nations Development Program (UNDP) 2011, Indeks tingkat pendidikan tinggi Indonesia juga dinilai masih rendah yaitu 14,6 persen. Oleh sebab itu, kunci untuk meningkatkan daya saing Indonesia adalah dengan meningkatkan kualitas pendidikan dan melakukan terobosan terbaru dalam sektor Pendidikan.

Menurut UNESCO terdapat empat pilar pendidikan yaitu: *learning to know* (belajar untuk mengetahui), *learning to do* (belajar melakukan), *learning to be*

(belajar untuk menjadi pribadi yang utuh) dan *learning to live together* (belajar hidup bersama). Belajar untuk mengetahui (*learning to know*) dalam prosesnya tidak sekedar mengetahui apa yang bermakna tetapi juga sekaligus mengetahui apa yang tidak bermanfaat bagi kehidupan (Heras et al., 2021).

Salah satu kunci strategis dalam pengembangan mutu dalam proses belajar mengajar adalah konsep kualitas kampus dan peran. Tidak hanya pada proses teori dan praktek, sebuah program pendidikan wajib menciptakan proses yang dinamis dengan mengedepankan progres yang positif. Di mana mahasiswa mampu tumbuh dan berkembang dalam lingkungan pendidikan yang berkualitas (Nouri et al 2015).

Sedangkan kualitas mahasiswa merupakan gabungan dari berbagai bentuk kepuasan akan kebutuhan mahasiswa, dan selanjutnya akan mempengaruhi keseimbangan mahasiswa dalam beraktivitas di kampus. Mengacu pada sejauhmana seorang individu melakukan penilaian secara menyeluruh akan keuntungan yang dapat diperoleh mahasiswa dari kualitas kehidupan kampus. Kualitas kehidupan kampus menjadikan mahasiswa untuk mau belajar keras, mungkin karena mereka menikmati tugas dan kewajibannya, yang kemudian membawa kepada kinerja yang lebih tinggi (Endarwati et al., 2016).

Menurut survey NACE (National Association of Colleges and Employers) tahun 2002, lulusan universitas diharapkan oleh dunia kerja memiliki 20 kompetensi yaitu Kemampuan berorganisasi, Kejujuran, Kemampuan bekerjasama, Kemampuan interpersonal, Etos kerja yang baik, Memiliki motivasi/berinisiatif, Mampu beradaptasi, Kemampuan analitikal, Kemampuan computer, Kemampuan organisasi, Berorientasi pada detail, Kemampuan memimpin, Percaya diri, Berkepribadian ramah, Sopan, Bijaksana, IP \geq 3,0, Kreatif, Humoris, dan Kemampuan (Setyaningsih & Abrori, 2013).

Menurut (A.O'Brien., 2002) Beberapa hal yang perlu dimiliki oleh mahasiswa, meliputi: 1. Kemampuan Komunikasi, terdiri atas komunikasi lisan dan komunikasi tulisan 2. Kemampuan Berorganisasi, meliputi manajemen waktu, meningkatkan motivasi, dan menjaga kesehatan dan penampilan. 3. Kepemimpinan, dengan kepemimpinan efektif. 4. Kemampuan Berpikir, untuk menyelesaikan masalah dan berpikir kreatif. 5. Usaha, meliputi ketahanan

menghadapi tekanan, asertif, dan kemampuan dan kemauan belajar 6. Kerjasama, meliputi kerjasama tim dan meningkatkan kemampuan interpersonal 7. Teknikal dari kemampuan mahasiswa dalam menguasai sesuatu hal teknis.

2.2.2 Penilaian Kualitas Lulusan mahasiswa

Penerapan fungsi kualitas telah dikembangkan dan diimplementasikan di Jepang pada 1960-an dan 1970-an oleh Mizuno dan Akae sebagai alat untuk mengidentifikasi karakteristik desain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Kinker et al., 2021). Kualitas adalah istilah yang menyatakan tingkat kepuasan pelanggan dan dapat dijelaskan dengan memeriksa indikator kualitas layanan tertentu (Tumsekali et al., 2021).

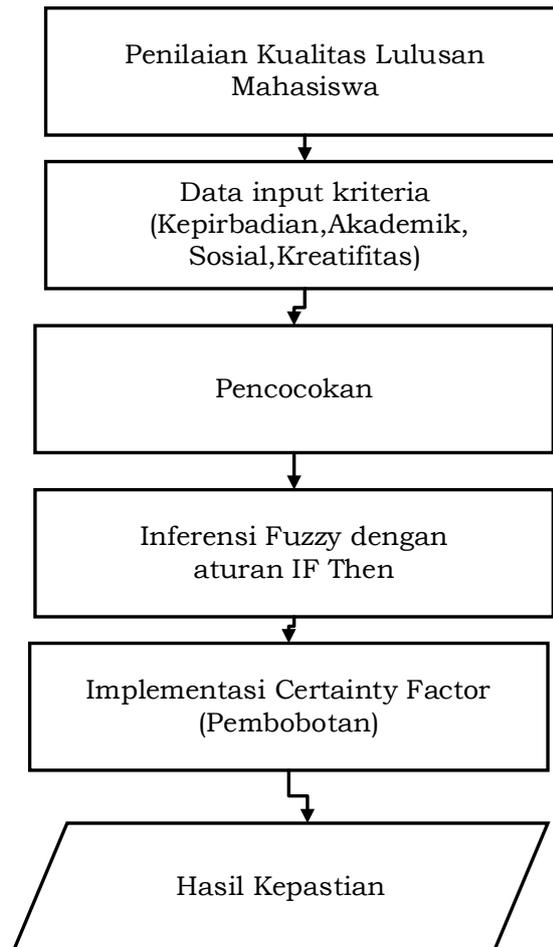
Perguruan tinggi berlomba-lomba dalam kualitas mutu institusi. Akibat dari meningkatnya persaingan di dunia kerja mempengaruhi penerapan rencana perbaikan dan mengukur efisiensi secara keseluruhan. Kurangnya sumber daya dianggap sebagai salah satu hambatan utama untuk pelaksanaan program mutu. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam program peningkatan kualitas (Nojavan et al., 2021).

Upaya untuk meningkatkan kompetensi lulusan mahasiswa dengan pembentukan layanan sistem, berhubungan dengan usaha lulusan mahasiswa untuk meningkatkan mutu kualitas yang diupayakan memenuhi aspek evaluasi terhadap kualitas diri. Penilaian kualitas lulusan merupakan bagian dari kompetensi evaluasi institusi. Menentukan bobot dimensi dan subdimensi kualitas serta mengevaluasi objek berdasarkan keahlian, kepribadian, sosila, dan kreatifitas atau inovasi dari lulusan mahasiswa.

2.2.3 Sistem Pakar Penilaian Kualitas

Sistem pakar didefinisikan sebagai program komputer yang cerdas menggunakan pengetahuan dan prosedur inferensi dalam memecahkan masalah yang cukup kompleks (Pasaribu et al., 2020). Sistem pakar adalah kecerdasan buatan yang bertindak sebagai konsultan untuk pengambilan keputusan berdasarkan kumpulan fakta, aturan praktis, dan pengetahuan lain untuk membantu membuat kesimpulan (Muludi et al., 2018).

Menurut Hayadi, dkk, (2017), Sistem pakar didefinisikan sebagai sistem yang dirancang dalam memodelkan kemampuan memecahkan permasalahan seperti ahli pakar. Komponen harus dipenuhi dalam kategori sistem pakar Penilaian Kualitas Lulusan mahasiswa adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Alur Sistem Pakar

Sumber : (Rizzo & Longo, 2020)

Gambaran Sistem Pakar pada gambar 2.1 dengan representasi tersebut penjelasannya yaitu.

1. Penilaian kualitas object, yaitu berperan sebagai *User interface* yaitu interaksi dari pengguna non ahli, di mana pengguna menjawab pertanyaan atau memasukkan data untuk memulai proses logis di mesin inferensi.

2. Data input kriteria kualitas yaitu berperan sebagai *Knowledge base* berisi semua pengetahuan di mana sistem pakar dirancang seperti pengetahuan, fakta, dan aturan. Representasi pengetahuan-pengetahuan seorang ahli.
3. Pencocokan, sebagai *Inference engine* merupakan kondisi informasi yang diberikan oleh pengguna memenuhi ketentuan dalam aturan. *Inference engine* memilih pengetahuan yang relevan sesuai dengan rule based.
4. Inferensi fuzzy dengan aturan If Then yaitu dengan *rules base*. Yaitu aturan dari variabel sesuai dengan pengkondisiannya. Misalnya Besar, sedang, kecil, dll.
5. Implementasi *certainty factor* yaitu pembobotan nilai untuk penilaian kualitas mahasiswa. Dengan input dari *user* dengan pengisian atribut sesuai dengan variabel. Input dengan MB (*Measure Belife*) atau keyakinan kepastian dan MD (*Measure Disbelief*) atau ketidakyakinan kepastian. Rate nilai 0-1 dengan pembagian dilakukan oleh pakar.
6. Hasil kepastian dilakukan sesuai perhitungan CF dengan pertimbangan perhitungan disesuaikan dnegan kondisi dan hasil inputan dari *user*.

Secara garis besar gambar 2. 1 bagian bawah menjelaskan bagaimana proses dari sistem logika *Fuzzy* yaitu dari input data diubah dengan *fuzzifier* menjadi nilai *Fuzzy* di kemudian diolah mesin inferensi *Fuzzy* dengan aturan dasar *Fuzzy* (Ahmad Tirta Hutomo, Muhammad Nasrun, 2020).

2.2.3.1 Validasi Sistem Pakar

Pertimbangan penggunaan metode logika fuzzy dalam sistem pakar adalah mengingat ketidakjelasan data dengan penilaian persepsi dan harapan baru terhadap sistem untuk peningkatan kualitas lulusan mahasiswa. Menentukan bobot dimensi dan subdimensi kualitas serta mengevaluasi objek. Proses yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Fuzzifikasi, Pemetaan dari masukan tegas ke himpunan kabur. Mengubah nilai masukan kemudian menentukan nilai derajat keanggotaan. Nilai-nilai masukan tersebut menjadi anggota per himpunan fuzzy yang sesuai.

2. Mesin Inferensi *Fuzzy*, Penarikan kesimpulan aturan *Fuzzy* yang mempunyai bentuk IF-THEN. Proses inferensi bertujuan untuk mencari kesimpulan dengan pemetaan berdasarkan sebab dan akibat. Pada proses ini menentukan variabel, himpunan, dan semesta pembicaraan dari data rule yang sudah ditentukan di proses *fuzzyfikasi* kemudian disimpulkan menjadi sebuah formula *fuzzy*.
3. Defuzzifikasi, Mengubah output *Fuzzy* menjadi nilai tegas., Tes adalah alat penilaian dengan bentuk tulisan maupun catatan untuk mengamati prestasi mahasiswa yang sejalan dengan target penilaian. Jawaban yang diharapkan dalam tes dapat secara tertulis, lisan, atau perbuatan (Kuncoro, 2012).

Metode Certainty Factor dapat merepresentasikan keyakinan digunakan nilai dari kategori seorang pakar dengan memberikan sejumlah test untuk mengasumsikan derajat keyakinan ahli pakar. Test tersebut bertujuan untuk memberikan penilaian terhadap indikator yang memiliki nilai yang belum pasti seperti social, dan kreatifitas serta kualifikasi akademik.

Dengan indikator kepribadian, sosial, dan kreatifitas serta kualifikasi akademik akan memanfaatkan metode *Certainty Factor* dilakukan dengan mengolah data pengguna dengan memasukkan bobot (1-100%), yang kemudian menentukan rule, CF kombinasi dari masing-masing rules, setelahnya CF gabungan dilanjutkan pengambilan keputusan. *Certainty factor* dapat terjadi diantara beberapa kondisi yang terjadi sehingga dikombinasikan dua atau lebih aturan di perlukan penggabungan nilai CF (keyakinan). Dengan bobot keyakinan *MB* (*Measure of Belief*) atau tingkat keyakinan kepastia dan *MD* (*Measure of Disbelief*) atau tingkat tidak keyakinan yang diperoleh dari ahli pakar.

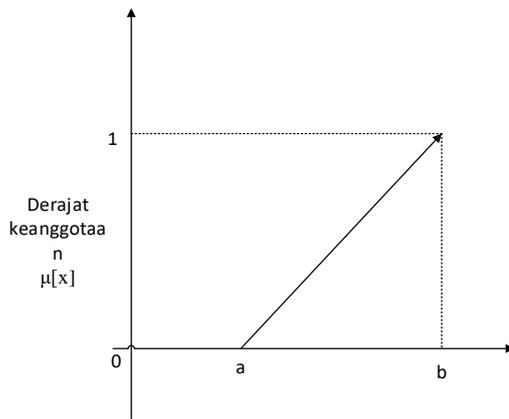
2.2.4 Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* adalah Logika Kabur atau Logika Samar dalam KBBI. Logika *Fuzzy* adalah ilmu dasar untuk berpikir secara sistematis dengan pemecahan masalah menggunakan penalaran *decision*. Pada tahun 1965, Lofti Zadeh, seorang profesor *Universitas Of California* di Barkeley, yang memodifikasi teori himpunan untuk setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinyu

antara 0 sampai 1 (Fale & Abdulsalam, 2020). Beberapa macam fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy adalah sebagai berikut.

1. Fungsi Keanggotaan Linier Naik

Pada linear naik, titik domain awal dimulai dari derajat keanggotaan 0 terlihat naik kearah kanan menuju domain dengan derajat keanggotaan yang lebih. Grafik representasi linear naik ditunjukkan pada Gambar 2.2.



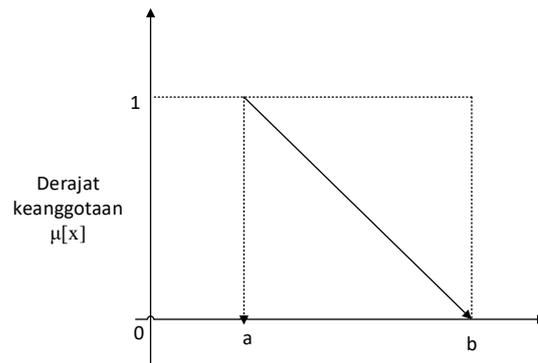
Gambar 2. 2 Fungsi Keanggotaan Linier Naik

Fungsi keanggotaan linier naik yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 diatas memperlihatkan rumus persamaan sebagai berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; a \leq x \leq b \\ 1; x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2. 1)$$

2. Fungsi keanggotaan Linier Turun

Pada linear turun, dimulai dari domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi lalu kebawah kearah kanan menuju domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah. Dapat dilihat pada Gambar 2.3



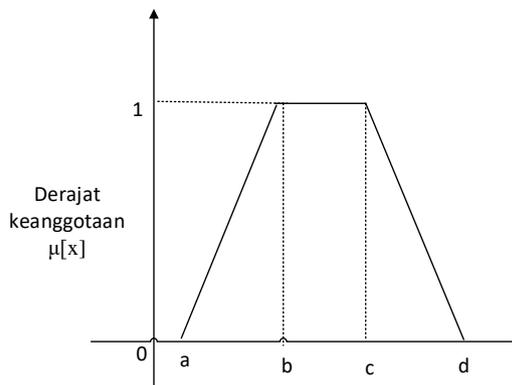
Gambar 2. 3 Fungsi keanggotaan Linier Turun

Fungsi keanggotaan linier turun yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 diatas memperlihatkan rumus persamaan sebagai berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)}; a \leq x \leq b \\ 0; x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2. 2)$$

3. Fungsi Keanggotaan Trapesium

Fungsi keanggotaan trapesium memiliki keadaan seperti ada ruang yang memisahkan antara linear naik dengan linear turun, sehingga terlihat ada beberapa titik yang memiliki derajat keanggotaan dengan nilai 1. Berikut gambaran dari keanggotaan trapesium terlihat pada Gambar 2.4. dibawah.



Gambar 2. 4 Fungsi Keanggotaan Trapesium

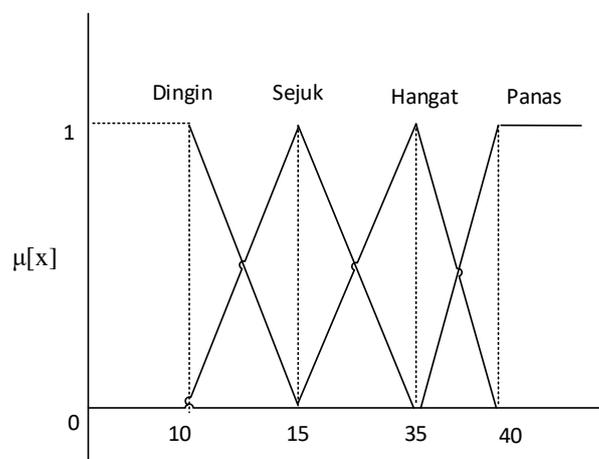
Fungsi keanggotaan linier trapesium yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 diatas memperlihatkan rumus persamaan sebagai berikut

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & c \leq x \leq d \end{cases} \dots\dots\dots (2. 3)$$

Beberapa alasan penggunaan logika *Fuzzy* adalah konsep logika *Fuzzy* mudah dimengerti, Logika *Fuzzy* yang fleksibel dengan data karena memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, Memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang kompleks, Logika *Fuzzy* dapat berkolaborasi dengan Teknik-teknik kendali secara konvensional, Logika *Fuzzy* didasarkan pada Bahasa alami. Berikut konsep dari aturan fuzzy

4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah- tengah suatu variabel yang dipresentasikan dalam bentuk segitiga, sisi kanan dan kiri akan naik turun. Tetapi bisa saja terkadang salah satu sisi dari variabel tidak mengalami perubahan. Seberti kondisi seperti Gambar 2.5



Gambar 2. 5 Representasi Kurva Bentuk Bahu

Beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasikan himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan hasil operasi 2 himpunan dikenal dengan *fire strength* atau α - predikat. Besarnya nilai α - predikat (*fire strength*) yang diperoleh dari suatu nilai keanggotaan tergantung pada operator yang digunakan pada dua himpunan fuzzy (Ekasari, 2017). Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh yaitu.

a. Operator AND

Berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. Dimana α - predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antara elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min (\mu_{A[x]}, \mu_{B[y]}) \dots \dots \dots (2. 4)$$

b. Operator OR

Berhubungan dengan operasi union pada himpunan. Dimana α - predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antara elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max (\mu_{A[x]}, \mu_{B[y]}) \dots \dots \dots (2. 5)$$

c. Operator NOT

Berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. Dimana α - predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1

$$\mu_A = 1 - \mu_{A[x]} \dots \dots \dots (2. 6)$$

2.2.4.2 Kelebihan Logika Fuzzy

Menurut (Saelan, 2009) Logika Fuzzy merupakan metode yang paling mudah dimengerti, dengan konsep matematika sederhana dengan mendasari penalaran fuzzy. Berikut kelebihan dari metode logika fuzzy

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran logika fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi nonlinear yang kompleks.

5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.
8. Daya guna dianggap lebih baik dari pada Teknik kendali yang pernah ada
9. Pengendali fuzzy terkenal karena keandalannya memecahkan masalah.
10. Mudah diperbaiki
11. Pengendalian fuzzy memberikan pengendalian yang sangat baik
12. Usaha dan dana yang dibutuhkan tergolong kecil

2.2.4.3 Kekurangan Logika Fuzzy

Sementara itu menurut (Saelan, 2009) Kekurangan dan logika fuzzy adalah

1. Para ilmuwan generasi sebelumnya dan sekarang jarang mengenal teori kendali fuzzy
2. Belum banyak media atau fasilitas yang menjangkau
3. Belum ada pengetahuan sistematik yang baku dan seragam tentang metode pemecahan logika fuzzy.
4. Dan belum ada metode umum untuk mengembangkan dan implementasi pengendalian fuzzy.

2.2.5 Prinsip Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani sering dikenal dengan metode Max Min. Metode ini yang paling sederhana dan paling sering digunakan untuk penelitian (Batubara, 2017). Cara Untuk mendapatkan output dari metode mamdani diperlukan 4 tahapan yaitu:

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*.

Membentuk variabel dengan proses mengubah format crisp dari suatu variabel input menjadi himpunan *Fuzzy* dari variabel-variabel linguistik yang masing-masing memiliki fungsi afiliasinya sendiri.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi Implikasi yang digunakan pada pengambilan keputusan adalah min, dan dalam melakukan komposisi dengan menggunakan Max.

3. Komposisi Aturan

Menggunakan tiga aturan inferensi metode *Fuzzy* yaitu Max, Sum, dan OR. Metode Max (Maximum), Pada metode ini solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *Fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR. Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan *Fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf} [xi] = \max(\mu_{sf} [xi], \mu_{kf} [xi]) \dots\dots\dots(2. 7)$$

Keterangan:

$\mu_{sf} [xi]$ = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* sampai aturan ke-i.

$\mu_{kf} [xi]$ = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-i.

Metode Additive (sum), Pada metode ini solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah *Fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf} [xi] = \min(1, \mu_{sf} [xi] + \mu_{kf} [xi]) \dots\dots\dots(2. 8)$$

Keterangan:

$\mu_{sf} [xi]$ = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* sampai aturan ke-i.

$\mu_{kf} [xi]$ = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-i.

Metode Probabilistik OR (Probor), Pada metode ini solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan melakukan product terhadap semua output daerah *Fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf} [xi] = (\mu_{sf} [xi] + \mu_{kf} [xi]) - (\mu_{sf} [xi] * \mu_{kf} [xi]) \dots\dots\dots(2. 9)$$

Keterangan:

$\mu_{sf} [xi]$ = nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* sampai aturan ke-i.

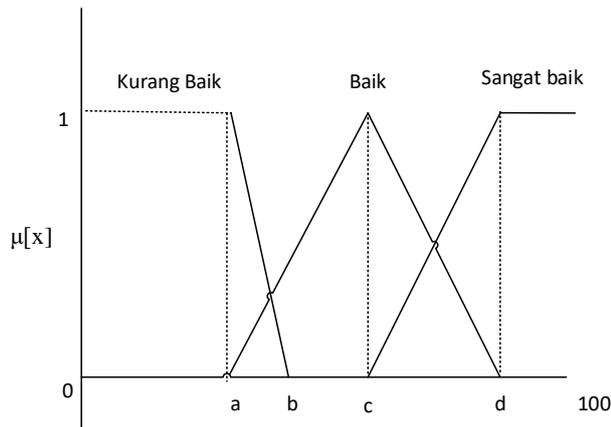
$\mu_{kf} [x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *Fuzzy* aturan ke-i.

4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah himpunan *Fuzzy* yang diperoleh dari berbagai komposisi aturan *Fuzzy*, sedangkan output yang diperoleh berupa bilangan pada domain formasi *Fuzzy* tertentu. Secara umum penggunaan persamaan dengan formula sebagai berikut.

$$Z^* = \frac{\int z \mu(z) z dz}{\int z \mu(z) dz} \dots\dots\dots (2. 10)$$

Z^* menyatakan nilai hasil defuzzifikasi atau titik pusat daerah *Fuzzy*, $\mu(z)$ menyatakan nilai keanggotaan, dan $\int z \mu(z) z dz$ menyatakan momen untuk semua daerah hasil komposisi aturan. Momen adalah titik potong dari bangunan. Defuzzifikasi ini menggunakan fungsi centroid atau nilai tengah dimana nilai pusat masa dari sesuatu objek benda yang bisa saja berbentuk bangunan. Didalam penelitian ini tentu nilai keluaran akan dihitung dengan formula centroid dengan menghitung Moment dibagi dengan luas bangunan. Contoh representasi dari pembentukan himpunan terdapat pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2. 6 Himpunan fuzzy mamdani

Dengan memisalkan fungsi keanggotaan yang digambarkan dengan kurva segitiga yang mempunyai 3 himpunan fuzzy yaitu Sangat Baik, Baik, Kurang Baik. Pada Gambar 2.6 cara pertama melakukan proses fuzzifikasi untuk memetakan data

tegas masukan kesalahan dan beda kesalahan data fuzzy sesuai dengan tipe dan bentuk fungsi keanggotaan.

Setelah semua aturan fuzzy telah dieksekusi, dilakukan proses komposisi dengan metode Max yaitu solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikan ke output dengan menggunakan operator OR. Setelah proses implikasi dan komposisi telah dilakukan maka proses selanjutnya adalah proses defuzzifikasi.

2.2.6 Certainty Factor

Metode *Certainty factor* adalah suatu metode menyambungkan ketidakpastian pemikiran seorang pakar yang dipelopori oleh *Shortliffe* dan *Buchanan* ditahun 1975. *Certainty factor* bertujuan menjelaskan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi dengan menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian (fakta atau hipotesa) berdasarkan bukti atau penilaian pakar (Sucipto et al., 2019).

Dalam merepresentasikan derajat keyakinan digunakan nilai yang disebut Certainty Factor untuk mengasumsikan derajat keyakinan ahli pakar terhadap suatu data. Berikut adalah formula dari certainty factor dengan hasil pengurangan antara ukuran kepercayaan terhadap hipotesis (h) dan jika diberi evidence (e) yang bernilai antara 0 dan 1 dikurangi dengan ukuran ketidakpastian terhadap hipotesis (h) dan diberikan evidence (e) nilai 0 dan 1.

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E) \dots \dots \dots (2. 11)$$

CF merupakan Certainty Factor, yang disebut juga faktor kepastian dalam hipotesis H (dugaan) yang diperngaruhi oleh fakta E (peristiwa atau fakta). Sedangkan MB atau *Measure of Belief* adalah tingkat keyakinan ukuran kepercayaan dari hipotesis dipengaruhi oleh fakta. MD atau *Measure of Disbelief* adalah tigtak ketidakyakinan atau tingkat tidak yakin dalam suatu fakta atau hipotesa.

Perhitungan *Certainty Factor* dilakukan dengan mengolah data pengguna dengan memasukkan bobot (1-100%), kemudian dilakukan penentuan rule, CF kombinasi masing-masing rules, CF gabungan dilanjutkan pengambilan keputusan.

Certainty factor dapat terjadi dengan berbagai kondisi, diantara kondisi yang terjadi dapat dikombinasikan dua atau lebih aturan di perlukan penggabungan nilai CF (keyakinan). Kombinasi tersebut akan membentuk rumus metode CF untuk mengkombinasikan kepastian seperti berikut.

$$CF (R1, R2) = CF (R1) + [CF (R2)] [1-CF(R1)] \dots \dots \dots (2. 12)$$

Keterangan:

CF (R1,R2) = *Certainty factor* (faktor kepastian) penggabungan fakta 1 (R1) dengan fakta 2 (R2).

Jika yghanya menambahkan CF R1 dan R2, kepastian kombinasinya akan lebih dari 1. Memodifikasikan jumlah kepastian melalui penambahan dengan factor kepastian kedua dan mengalikannya (1 dikurangi faktor kepastian pertama). Jadi, semakin besar CF pertama semakin kecil kepastian penambahan kedua. Tetapi faktor tambahan selalu menambahkan beberapa kepastian. Untuk aturan fakta yang lebih, dapat digunakan aturan sebagai berikut:

$$CF (R1, R2, R3, \dots) = CF (R1, R2) + [CF (R3)] [1-CF (R1, R2, \dots)] = CF(R1,R2)+ CF (R3) - [CF(R1,R2)][CF (R3)] \dots \dots \dots (2. 13)$$

Keterangan:

CF (R1, R2, ...) = *Certainty factor* (faktor kepastian) penggabungan fakta 1 (R1) dan 2 (R2) dengan Fakta 3 (R3).

1. *Certainty factor* untuk kaidah dengan premis atau atribut tunggal (single premis rules):

$$CF_{atribut} = CF(user) \times CF(pakar) \dots \dots \dots (2. 14)$$

2. Apabila terdapat kaidah dengan kesimpulan yang serupa (similiary concluded rules) atau lebih dari satu atribut, maka CF selanjutnya dihitung dengan persamaan:

$$CF_{combine} = CF_{old} + CF_{atribut} \times (1 - CF_{old}) \dots \dots \dots (2. 15)$$

3. Menghitung persentase terhadap variabel, digunakan persamaan:

$$CF_{persentase} = CF_{combine} \times 100\% \dots \dots \dots (2. 16)$$

Untuk menemukan keterangan faktor keyakinan dari pakar, di lihat dari CF(R1,R2,R3,...). Pada tahap ini akan memberi pertanyaan dengan kondisi yang berkemungkinan besar dialami. Berikut tabel interprestasi yang dapat di pilih pada saat user mengisi kuisisioner pertanyaan dan masing-masing memiliki nilai CF (user)

2.2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Certainty Factor

Kelebihan metode CF adalah menakar suatu kepastian apakah itu pasti atau tidak. Pada saat melakukan hitungan pada metode ini dapat melakukan perhitungan sekali hitung untuk mengolah dua data, sehingga keakuratan pada metode ini dapat terjaga dengan baik.

Sedangkan untuk kelemahan metode ini hanya mampu memproses ketidakpastian dalam 2 data saja. Dan akan memerlukan beberapa kali pengujian data untuk data yang lebih dari dua.