

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Penelitian Terkait

*Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto sudah banyak digunakan untuk sebuah penelitian diberbagai bidang pendidikan, bidang kesehatan, dan bidang jual beli barang.

Berikiut ini beberapa contoh penelitian yang sudah menggunakan *fuzzy interface system* tsukamoto.

**a. Sistem Pakar Untuk Diagnosa Tingkat Resiko Penyakit Rabies Pada Anjing Menggunakan Metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto.[5]**

Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan masyarakat yaitu pemelihara anjing, dokter hewan, petugas kesehatan untuk mendiagnosa tingkat resiko penyakit rabies berdasarkan gejala klinis yang timbul. Dari analisa data yang diperoleh oleh penulis menghasilkan 27 *rules* dengan operator yang digunakan adalah AND.

Dari hasil pengujian oleh sistem dengan jumlah kasus sebanyak 30 sampel data penelitian ini menghasilkan tingkat ketepatan diagnosa sebesar 93%. [5]

**b. Klasifikasi Penerimaan Beasiswa Dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan Semarang).[6]**

Penelitian ini bertujuan untuk alat bantu pengambilan keputusan untuk penilaian penerimaan beasiswa pada politeknik kesehatan kementrian Semarang dengan menggunakan metode *fuzzy* tsukamoto.

Dari hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy* tsukamoto menghasilkan akurasi sebesar 100%. Nilai tersebut didapatkan dari jumlah peminatan yang sama dari perhitungan dengan metode *fuzzy* tsukamoto

disbanding dengan jumlah sampel yang digunakan sebanyak 100 data. Sehingga aplikasi pendukung keputusan dapat digunakan pihak manajemen untuk menentukan penerimaan beasiswa pada politeknik kesehatan kementerian kesehatan Semarang agar penerimaan beasiswa yang mendapatkan dan tidak lebih optimal.[6]

**c. Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Mobil Toyota Avanza Bekas.[7]**

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode tsukamoto dalam menentukan harga mobil bekas avanza berdasarkan warna, tahun pembuatan, kondisi mobil, dan kisaran harga jual mobil bekas. Dari atribut variabel tersebut menghasilkan 30 *rules* dengan operator yang digunakan adalah AND.

Dari hasil penelitian diatas dilakukan pengujian dengan menggunakan metode MAPE (Meant Absolute Percentage Error) diketahui hasil dari pengujian tersebut memiliki tingkat kesalahan sebesar 0,314%. Dengan ini calon pembeli dapat menggunakan sistem ini untuk membantu menentukan harga Toyota Avanza bekas dipasaran.[7]

**d. Analisa Pada Kelayakan Truk Pengangkut Material Alam PT. Arga Wastu Sluke – Rembang Menggunakan *Fuzzy Logic* Tsukamoto.[8]**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kelayakan truk untuk mengangkut material alam di PT. Arga Wastu Sluke – Rembang. Atribut yang diperoleh dari PT. Arga Wastu yaitu:

1. Nomor Polisi
2. Jarak yang telah ditempuh (Km)
3. Beban paling berat yang pernah diangkut (Ton)
4. Kondisi ban (%)
5. Kondisi kampas rem (%)
6. Kondisi kampas kopling (%)

## 7. Kondisi *peer* (%)

Dari data diatas digunakan untuk menganalisa kelayakan truk di PT. Arga Wastu dan menghasilkan sebanyak 15 *rules* dengan operator yang digunakan adalah AND. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan teknik *fuzzy logic* tsukamoto dengan himpunan fuzzy dan domain yang telah ditentukan maka diperoleh persentase tingkat sebesar 56,66% dengan menggunakan 30 sampel data pengujian.[8]

Selain penelitian dengan menggunakan metode fuzzy tsukamoto, ada juga beberapa contoh penelitian terdahulu yang terkait dengan penyakit Diabetes Militus.

### a. **Faktor Resiko Diabetes Militus Tipe 2 Di Puskesmas Kecamatan Citangkil Dan Pukesmas Kecamatan Pulo Merak, Kota Cilegon.[2]**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui factor-faktor yang berhubungan kejadian Diabetes Militus tipe 2 di Pukesmas Kecamatan Citanggul dan Pukesmas Kecamatan Pulo Merak di Kota Cilegon. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *cross sectional*, yang merupakan analisis data sekunder dari data Program Pengendalian Diabetes Militus Tipe 2 dan Faktor Resikonya di Kota Cilegon.[2]

### b. **Faktor Resiko Kejadian Diabetes Militus Tipe II Di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat Tahun 2012.[9]**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Sosiodemografi, Riwayat DM, Kondisi Klinis dan Mental dan pola hidup yang berhubungan dengan kejadian Penyakit Diabetes Militus Tipe 2 di Pukesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat yang dilakukan selama satu bulan pada bula desember 2012.[9]

**c. Hubungan Antara Depresi Dan Kepatuhan Melaksanakan Diit Pada Diabetisi di Pekalongan.[10]**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara depresi dan kepatuhan melaksanakan diit pada diabetisi.

Menunjukkan bahwa sebagian besar diabetisi mengalami depresi (42,9%).Penderita diabetes mengalami depresi ringan, 28,8% penderita diabetes mengalami depresi sedang dan 8% penderita diabetes mengalami depresi depresi berat. Sedangkan penderita diabetes yang tidak mengalami depresi sekitar 20,2%.[10]

Dari semua judul yang sudah dijelaskan diata dapat dibuat sebuah table sebagai berikut:

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terkait

No	Judul	Masalah	Metode	Hasil
1.	Sistem Pakar Untuk Diagnosa Tingkat Resiko Penyakit Rabies Pada Anjing Menggunakan Metode <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS) Tsukamoto	Rabies merupakan penyakit yang sangat berbahaya, anjing merupakan salah satu hewan yang mengidap rabies, sedangkan anjing yang mengidap rabies cenderung menyerang apa saja yang ada di dekatnya. Melalui gigitan itulah penyakit rabies bisa menular pada manusia. Tetapi banyak masyarakat tidak menyadari tentang penyakit rabies pada anjing.	<i>Fuzzy Inference</i> (FIS) <i>Tsukamoto</i>	Sebuah aplikasi untuk mendiagnosa tingkat resiko penyakit rabies berdasarkan gejala klinis yang timbul.
2.	Klasifikasi Penerimaan Beasiswa Dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan Semarang)	Beasiswa harus diberikan kepada penerima yang layak dan pantas untuk mendapatkannya. Tetapi dalam melakukan seleksi ada sebuah kendala, karena banyaknya pelamar beasiswa dan banyaknya kriteria yang digunakan untuk menentukan keputusan penerima beasiswa yang sesuai dengan harapan.	<i>Fuzzy Inference</i> (FIS) <i>Tsukamoto</i>	Aplikasi pengambilan keputusan penilaian penerimaan beasiswa pada politeknik kesehatan kementrian kesehatan Semarang dengan menggunakan logika <i>fuzzy tsukamoto</i> .
3.	Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam	Jula beli mobil merupakan suatu kegiatan transaksi yang mungkin sering ditemukan	<i>Fuzzy Inference</i> (FIS)	Sebuah aplikasi yang mampu membantu

	Menentukan Harga Mobil Toyota Avanza 1.3 G M/T Bekas	dalam kehidupan sehari-hari. Tetapi dalam pembelian mobil bekas masih banyak pembeli mengalami kerugian saat membeli mobil bekas.	<i>Tsukamoto</i>	masyarakat dalam menentukan harga jual dan beli mobil Toyota Aavanza 1.3 G M/T bekas pada saat akan melakukan transaksi jual beli.
4.	Analisa Kelayakan Truk Pengangkut Material Alam PT. Arga Wastu Sluke – Rembang Menggunakan <i>Fuzzy Logic</i> Tsukamoto	Banyak truk yang mengalami kerusakan diluar rata-rata yang sudah diperkirakan oleh perusahaan, kondisi truk tidak layak jalan membuat truk semakin rusak karena dipaksa untuk beroperasi sehingga seringterjadi kecelakaan.	<i>Fuzzy Inference (FIS)</i> <i>Tsukamoto</i>	Sebuah sistem untuk analisa kelayakan truk pengangkut material alam PT. Arga Wastu
5.	Faktor Resiko Diabetes Militus Tipe 2 Di Puskesmas Kecamatan Citangkil dan Pukesmas Kecamatan Pulo Merak Kota Cilegon	DM Tipe 2 merupakan masalah kesehatan yang harus dikendalikan. Pengendalian DM Tipe 2 dilakukan dengan mengendalikan factor risikonya. Banten merupakan salah satu provinsi dengan prevalensi DM yang mendekati angka nasional yaitu sebesar 5,3%	-	Sebuah sistem untuk mengetahui factor-faktor yang berhubungan kejadian Diabetes Militus tipe 2 di Puskesmas Kecamatan Citanggul dan Pukesmas Kecamatan Pulo Merak di Kota Cilegon
6	Faktor Resiko Kejadian Diabetes Militus Tipe II Di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat Tahun 2012	Jakarta Timur merupakan salah satu kotamadya di propinsi DKI Jakarta yang memiliki angka prevalensi DM Tipe 2 sebesar 1,9%. Sekarang ini Program Pengendalian Diabetes Mellitus Tipe 2 sudah dijalankan di Puskesmas kecamatan Cengkareng. Oleh karen itu penulis ingin mengetahui faktor risikonya kejadian DM Tipe 2 di Puskesmas Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat.	-	Penulis menggunakan metode kuantitatif dengan cara menyebarkan kuisisioner ke 50 responden untuk melihat hubungan sosiodemografi, riwayat kesehatan, pola hidup, kondisi klinis dan mental sebagai factor resiko penyakit diabetes militus tipe 2

7	Hubungan Antara Depresi Dengan Kepatuhan Melaksanakan Diet Pada Diabetisi di Pekalongan	Ketidakpatuhan terhadap program pengobatan pada diabetisi diakibatkan oleh faktor stresor, yaitu perubahan gaya hidup yang lama dengan gaya hidup yang baru dalam kurun waktu yang lama. Perubahan yang terjadi sesuai dengan anjuran dokter, untuk menjaga kadar gula darah tetap normal,	-	Penelitian menunjukkan sebagian besar diabetisi mengalami depresi ringan sebanyak 70 diabetisi (42,9%).
---	---	--	---	---

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Kecerdasan Buatan

*Artificial Intelligence* yaitu *intelligence* adalah kata yang berarti cerdas, sedangkan *artificial* artinya buatan. Kecerdasan Buatan yang dimaksud di sini merujuk pada mesin yang mampu berpikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia.[3]

#### 2.2.1.1 Definisi Kecerdasan Buatan Menurut Para Ahli

##### a. Menurut Alan Turing

Alan Turing adalah seorang ahli matematika berkewarganegaraan Inggris yang mendapat julukan bapak komputer modern dan pembongkar sandi Nazi di era Perang Dunia II 1950. Jika komputer tidak dapat dibedakan dengan manusia saat berbincang melalui terminal komputer, maka bisa dikatakan komputer itu cerdas, mempunyai kecerdasan”.[3]

##### b. Menurut John McCarthy

John Mccharty dari Stanford mendefinisikan kecerdasan buatan sebagai “Kemampuan untuk mencapai sukses dalam menyelesaikan suatu permasalahan”.[3]

c. Menurut Rich Knight

“Kecerdasan Buatan merupakan sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan lebih baik oleh manusia”. [3]

d. Herbert Alexander Simon

Kecerdasan Buatan (artificial intelligence) merupakan kawasan penelitian, aplikasi, dan instruksi yang terkait dengan pemrograman computer untuk melakukan sesuatu hal yang dalam pandang manusia adalah cerdas. [3]

e. Encyclopedia Britannica

Kecerdasan buatan merupakan ilmu computer yang mempresentasikan pengetahuan menggunakan symbol pada bilangan dan diproses berdasarkan metode heuristik atau berdasarkan sejumlah aturan. [3]

### 2.3 Tujuan Kecerdasan Buatan

Menurut Winston dan Predergast (1984), tujuan dari kecerdasan buatan adalah:

1. Membuat mesin menjadi lebih pintar (tujuan utama)
2. Memahami apa itu kecerdasan (tujuan ilmiah)
3. Membuat mesin lebih bermanfaat (tujuan entrepreneurial)

Berdasarkan definisi ini, maka kecerdasan buatan menawarkan media manapun uji teori tentang kecerdasan. Teori-teori ini nantinya dapat dinyatakan dalam bahasa pemrograman dan eksekusinya dapat dibuktikan pada computer nyata. [3]

### 2.4 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu

masalah. Sistem pakar akan memberikan pemecahan suatu masalah yang didapat dari dialog dengan pengguna. Dengan bantuan sistem pakar seseorang yang bukan pakar/ahli dapat menjawab pertanyaan, menyelesaikan masalah serta mengambil keputusan yang biasanya dilakukan oleh seorang pakar. Istilah sistem pakar berasal dari istilah *knowledge-based expert system*. Istilah ini muncul karena untuk memecahkan masalah, sistem pakar menggunakan pengetahuan seorang pakar yang dimasukkan ke dalam komputer. Seorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar untuk *knowledge assistant*. [3]

#### 2.4.1 Definisi Sistem Pakar menurut para ahli:

1. Turban (2001, p402)

“Sistem pakar adalah sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan tersebut dimasukkan ke dalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia”. [3]

2. Jackson (1999, p3)

“Sistem pakar adalah program komputer yang merepresentasikan dan melakukan penalaran dengan pengetahuan beberapa pakar untuk memecahkan masalah atau memberikan saran”. [3]

3. Luger dan Stubblefield (1993, p308)

“Sistem pakar adalah program yang berisikan pengetahuan yang menyediakan solusi ‘kualitas pakar’ kepada masalah-masalah dalam bidang (domain) yang spesifik”. [3]

#### 2.4.2 Manfaat Sistem Pakar

Manfaat sistem pakar antara lain adalah:

1. Meningkatkan produktivitas, karena sistem pakar dapat bekerja lebih cepat daripada manusia.



2. Membuat seorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
3. Meningkatkan kualitas, dengan member nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
4. Mampu menangkap pengetahuan dan kepakaran seseorang.
5. Dapat beroperasi di lingkungan yang berbahaya.
6. Memudahkan akses pengetahuan seorang pakar.
7. Andal. Sistem pakar tidak pernah menjadi bosan dan kelelahan atau sakit.
8. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer. Integrasi sistem pakar dengan sistem komputer lain membuat sistem lebih efektif dan mencakup lebih banyak aplikasi.
9. Mampu bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti. Berbeda dengan sistem komputer konvensional, sistem pakar dapat bekerja dengan informasi yang tidak lengkap. Pengguna dapat merespons dengan: “tidak tahu” atau “tidak yakin” pada satu atau lebih pertanyaan selama konsultasi dan sistem pakar tetap akan memberikan jawabannya.
10. Bisa digunakan sebagai media pelengkap dalam pelatihan. Pengguna pemula yang bekerja dengan sistem pakar akan menjadi lebih berpengalaman karena adanya fasilitas penjelas yang berfungsi sebagai guru.
11. Meningkatkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah karena sistem pakar mengambil sumber pengetahuan dari banyak pakar.[3]

#### 2.4.3 Kekurangan Sistem Pakar

Kekurangan Sistem Pakar antara lain adalah:

1. Biaya yang sangat mahal untuk membuat dan memeliharanya.
2. Sulit dikembangkan karena keterbatasan keahlian dan ketersediaan pakar.

3. Sistem pakar tidak 100% bernilai benar.[3]

#### 2.4.4 Ciri-ciri Sistem Pakar

Ciri-ciri dari Sistem Pakar adalah sebagai berikut:

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat menjelaskan alasan-alasan dengan cara yang dapat dipahami.
4. Bekerja berdasarkan kaidah */rule* tertentu.
5. Mudah dimodifikasi.
6. Basis pengetahuan dan mekanisme inferensi terpisah.
7. Keluarannya bersifat anjuran.
8. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai, dituntun oleh dialog pengguna.[3]

#### 2.4.5 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar sistem pakar meliputi enam hal berikut ini.

##### 1. Kepakaran (*Expertise*)

Kepakaran merupakan suatu pengetahuan yang diperoleh dari pelatihan, membaca, dan pengalaman. Kepakaran inilah yang memungkinkan para ahli dapat mengambil keputusan lebih cepat dan lebih baik daripada seseorang yang bukan pakar. Ilmu pakar itu meliputi pengetahuan tentang:

- a. Fakta-fakta tentang bidang permasalahan tertentu.
- b. Teori-teori tentang bidang permasalahan tertentu.
- c. Aturan-aturan dan prosedur-prosedur menurut bidang permasalahan umumnya.
- d. Aturan *heuristic* yang harus dikerjakan dalam suatu situasi tertentu.
- e. Strategi global untuk memecahkan permasalahan.

f. Pengetahuan tentang pengetahuan (*meta knowledge*). [3]

## 2. Pakar (*expert*)

Pakar adalah seseorang yang mempunyai pengetahuan, pengalaman, dan metode khusus, serta mampu menerapkannya untuk memecahkan masalah atau memberi nasihat. Seorang pakar harus mampu menjelaskan dan mempelajari hal-hal baru yang berkaitan dengan topik permasalahan, jika perlu harus mampu menyusun kembali pengetahuan-pengetahuan yang didapatkan, dan dapat memecahkan aturan-aturan serta menentukan relevansi kepakarannya. Jadi seorang pakar harus mampu melakukan kegiatan-kegiatan berikut:

- a. Mengenali dan memformulasikan permasalahan.
- b. Memecahkan permasalahan secara cepat dan tepat.
- c. Menerangkan pemecahannya.
- d. Belajar dari pengalaman.
- e. Merestrukturasi pengetahuan
- f. Memecahkan aturan-aturan
- g. Menentukan relevansi. [3]

## 3. Pemindahan Kepakaran (*Transferring Expertise*)

Tujuan dari sistem pakar adalah memindahkan kepakaran dari seorang pakar ke dalam komputer, kemudian ditransfer kepada orang lain yang bukan pakar. Proses ini melibatkan empat kegiatan, yaitu:

- a. Akuisisi pengetahuan (dari pakar atau sumber lain)
- b. Representasi pengetahuan (pada komputer)
- c. Inferensi pengetahuan
- d. Pemindahan pengetahuan ke pengguna. [3]

## 4. Inferensi (*Inferencing*)

Inferensi adalah sebuah prosedur (program) yang mempunyai kemampuan dalam melakukan penalaran. Inferensi ditampilkan pada

suatu komponen yang disebut mesin inferensi yang mencakup prosedur-prosedur mengenai pemecahan masalah. Semua pengetahuan yang dimiliki oleh seorang pakar disimpan pada basis pengetahuan oleh sistem pakar. Tugas mesin inferensi adalah mengambil kesimpulan berdasarkan basis pengetahuan yang dimilikinya. [3]

5. Aturan-aturan (*Rule*)

Kebanyakan *software* sistem pakar komersial adalah sistem yang berbasis *rule* (*rule-based system*), yaitu pengetahuan disimpan terutama dalam bentuk *rule*, sebagai prosedur-prosedur pemecahan masalah.

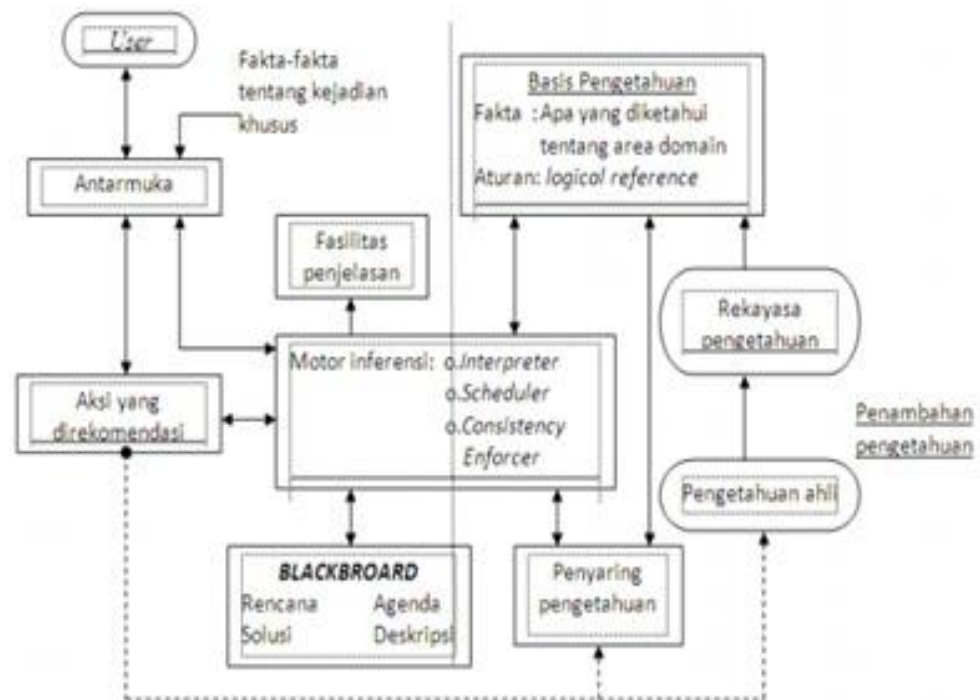
6. Kemampuan menjelaskan (*Explanation Capability*). [3]

Fasilitas lain dari sistem pakar adalah kemampuannya untuk menjelaskan saran atau rekomendasi yang diberikannya. Penjelasan dilakukan dalam subsistem yang disebut subsistem penjelasan (*explanation*). Bagian dari sistem ini memungkinkan sistem untuk memeriksa penalaran yang dibuatnya sendiri dan menjelaskan operasi-operasinya. Karakteristik dan kemampuan yang dimiliki oleh sistem pakar berbeda dengan sistem konvensional. [3]

#### 2.4.6 Struktur Sistem Pakar

Ada dua bagian penting dari sistem pakar, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembuat sistem pakar untuk membangun komponen-komponennya dan memperkenalkan pengetahuan ke dalam *knowledge base* (basis pengetahuan). Lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna untuk berkonsultasi sehingga pengguna mendapatkan pengetahuan dan nasihat dari sistem pakar layaknya berkonsultasi dengan seorang pakar. Gambar

2.1 menunjukkan komponen-komponen yang penting dalam sebuah sistem pakar [3].



Gambar 2.1 Komponen Penting Dalam Sistem Pakar

Keterangan:

#### 1. Akuisisi Pengetahuan

Subsistem ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh komputer dan menaruhnya ke dalam basis pengetahuan dengan format tertentu (dalam bentuk representasi pengetahuan). Sumber-sumber pengetahuan bisa diperoleh dari pakar, buku, dokumen multimedia, basis data, laporan riset khusus, dan informasi yang terdapat di Web [3].

## 2. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan yang diperlukan untuk memahami, memformulasikan, dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari dua elemen dasar, yaitu:

- a. Fakta, misalnya situasi, kondisi, atau permasalahan yang ada.
- b. Rule (Aturan), untuk mengarahkan penggunaan pengetahuan dalam memecahkan masalah [3].

## 3. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Mesin inferensi adalah sebuah program yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada, memanipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan untuk mencapai solusi atau kesimpulan. Dalam prosesnya, mesin inferensi menggunakan strategi pengendalian, yaitu strategi yang berfungsi sebagai panduan arah dalam melakukan proses penalaran. Ada tiga teknik pengendalian yang digunakan, yaitu dalam melakukan proses penalaran. Ada tiga teknik pengendalian yang digunakan, yaitu *forward chaining*, *backward chaining*, dan gabungan dari kedua teknik tersebut [3].

## 4. Daerah Kerja (*Blackboard*)

Untuk merekam hasil sementara yang akan dijadikan sebagai keputusan dan untuk menjelaskan sebuah masalah yang sedang terjadi, sistem pakar membutuhkan *Blackboard*, yaitu area pada memori yang berfungsi sebagai basis data. Tiga tipe keputusan yang dapat direkam pada *blackboard*, yaitu:

- a. Rencana : bagaimana menghadapi masalah
- b. Agenda : aksi-aksi potensial yang sedang menunggu untuk dieksekusi

c. Solusi : calon aksi yang akan dibangkitkan [3].

5. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Digunakan sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem pakar. Komunikasi ini paling bagus bila disajikan dalam bahasa alami (*natural language*) dan dilengkapi dengan grafik, menu, dan formulir elektronik. Pada bagian ini akan terjadi dialog antara sistem pakar dan pengguna [3].

6. Subsystem Penjelasan (*Explanation Subsystem / justifier*)

Berfungsi member penjelasan kepada pengguna, bagaimana suatu kesimpulan dapat diambil. Kemampuan seperti ini sangat penting bagi pengguna untuk mengetahui proses pemindahan keahlian pakar maupun dalam pemecahan masalah [3].

7. Sistem Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refining System*)

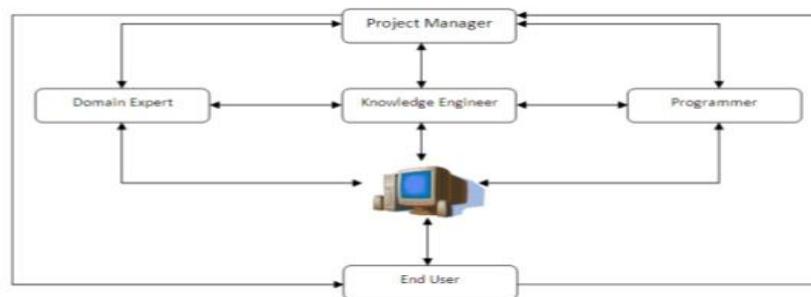
Kemampuan memperbaiki pengetahuan (*knowledge refining system*) dari seorang pakar diperlukan untuk menganalisis pengetahuan, belajar dari kesalahan masa lalu, kemudian memperbaiki pengetahuannya sehingga dapat dipakai pada masa mendatang. Kemampuan evaluasi diri seperti itu diperlukan oleh program agar dapat menganalisis alasan-alasan kesuksesan dan kegagalannya dalam mengambil kesimpulan. Dengan cara ini basis pengetahuan yang lebih baik dan penalaran yang lebih efektif akan dihasilkan [3].

8. Pengguna (*User*)

Pada umumnya pengguna sistem pakar bukanlah seorang pakar (*non-expert*) yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (*training*) dari berbagai permasalahan yang ada [3].

#### 2.4.7 Tim Pengembang Sistem Pakar

### Tim Pengembang Sistem Pakar



Gambar 2.2 Tim Pengembang Sistem Pakar

Keterangan:

*Domain expert* adalah pengetahuan dan kemampuan seseorang pakar untuk menyelesaikan masalah terbatas pada keahliannya saja. Misalnya seseorang pakar penyakit jantung, ia hanya mampu menangani masalah-masalah yang berkaitan dengan penyakit jantung saja. Ia tidak bisa menyelesaikan masalah-masalah ekonomi, politik, hokum, dan lain-lain. Keahlian inilah yang dimasukkan dalam sistem pakar.

*Knowledge Engineer* (Perekayasa Pengetahuan) adalah orang yang mampu mendesain, membangun, dan menguji sebuah pakar.

*Programer* adalah orang yang membuat program sistem pakar, mengode domain pengetahuan agar dapat dimengerti oleh computer.

*Project manager* adalah pemimpin dalam tim pengembang sistem pakar.



*End-User* (biasanya disebut user saja) adalah orang yang menggunakan sistem pakar.[3]

## 2.5 Logika Fuzzy

Konsep tentang logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol untuk memecahkan masalah, cocok untuk diimplementasikan pada sistem, sistem yang sederhana, *embedded system*, sistem kecil, jaringan PC, *multi-chanel* atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras dan perangkat lunak maupun kombinasi keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan tidak lebih, “Benar atau Salah”, “Ya atau Tidak”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Karena itu, semua dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Tetapi, dalam logika *fuzzy* dimungkinkan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bisa saja keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, tetapi besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimiliki. Logika *fuzzy* bisa digunakan di berbagai bidang, misal seperti pada sistem diagnosis penyakit (dalam bidang kedokteran), riset operasi (dalam bidang ekonomi), pemodelan sistem pemasaran, prediksi terjadinya gempa bumi, kendali kualitas air, klasifikasi dan pencocokan pola (dalam bidang teknik). [3]

### 2.5.1 Dasar-dasar Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy*, sebelumnya perhatikan tentang konsep himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

- a. Linguistik, yaitu nama suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami, misalnya DINGIN, SEJUK, PANAS mewakili variabel temperature. Contoh lain misalnya MUDA, PAROBAYA, TUA, mewakili variabel umur.[3]

- b. Numeris, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 10, 35, 40, dan sebagainya. [3]

Disamping itu, ada beberapa hal yang harus dipahami dalam memahami logika *fuzzy*, yaitu:[3]

- a. Variabel *fuzzy*, yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

Contoh: penghasilan, temperature, permintaan, umur, dan sebagainya.[3]

- b. Himpunan *fuzzy* yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. [3]

- c. Semesta pembicaraan adalah seluruh nilai yang diizinkan dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. [3]

Contoh: [3]

Semesta pembicaraan pada variabel permintaan:  $[0+\infty]$ ,

Semesta pembicaraan pada variabel temperatur:  $[-10\ 90]$ .

- d. Domain himpunan *fuzzy* adalah seluruh nilai yang diizinkan oleh semesta pembicaraan dan dapat dioperasikan kedalam suatu himpunan *fuzzy*. [3]

Domain himpunan TURUN =  $[0\ 5000]$

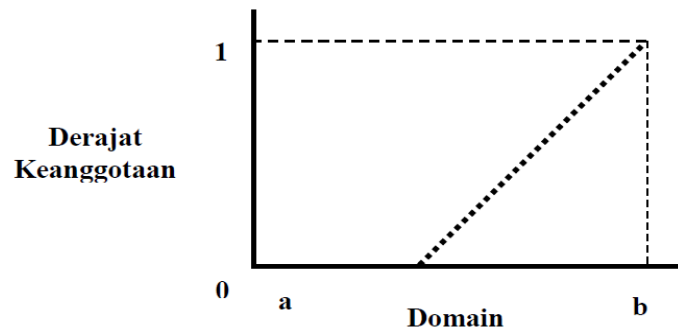
Domain himpunan NAIK =  $[1000\ +\infty]$

## 2.6 Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan merupakan grafik yang mewakili besarnya derajat keanggotaan yang masing-masing variable input berada dalam interval antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan adalah sebuah variable  $x$  yang diasambung dengan symbol  $\mu(x)$ . Rule ini menggunakan nilai keanggotaan sebagai factor bobot untuk menentukan pengaruh pada saat melakukan inferensi dan untuk menarik sebuah kesimpulan. Beberapa fungsi keanggotaan yang digunakan, diantaranya adalah:[3]

### 2.6.1 Grafik Keanggotaan Kurva Linier

Grafik Keanggotaan linier, adalah sebuah variable input yang dimasukan ke derajat keanggotaannya dengan digambarkan sebagai satu garis lurus. Terdapat 2 grafik keanggotaan linier. Pertama, grafik keanggotaan kurva linier naik, yaitu kenaikan himpunan fuzzy yang dimulai pada nilai domain yang memiliki nilai nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki nilai lebih tinggi.[3]

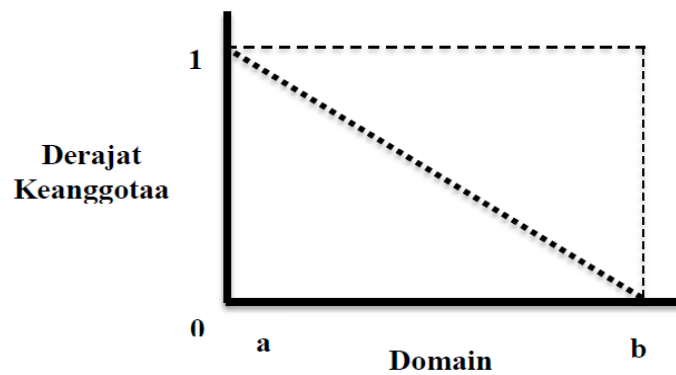


Gambar 2.1 Grafik keanggotaan kurva linier naik

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, pada grafik keanggotaan kurva linier turun, yaitu suatu himpunan fuzzy yang dimulai dari nilai domain dengan nilai tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki nilai lebih rendah.[3]



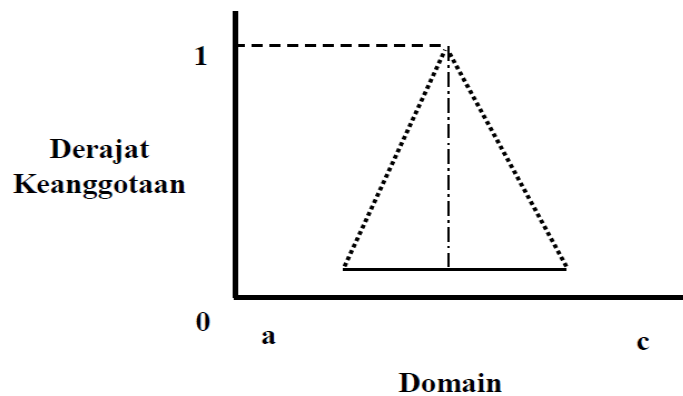
Gambar 2.2 Grafik keanggotaan kurva linier turun

Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

### 2.6.2 Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

Grafik keanggotaan kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier).[3]



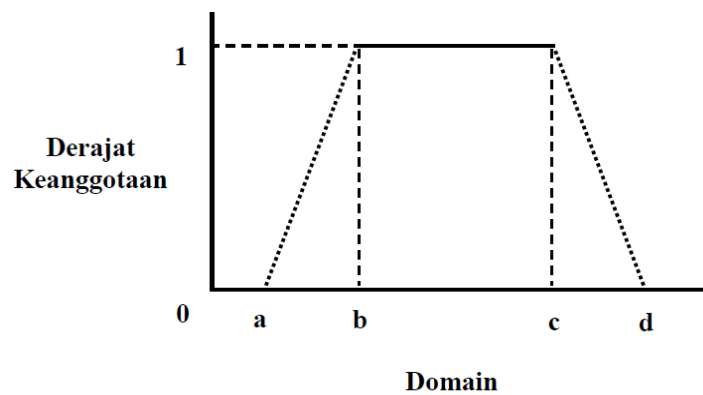
Gambar 2.3 Grafik keanggotaan kurva segitiga

Fungsi keanggotaan:

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

### 2.6.3 Grafik keanggotaan Kurva Trapesium

Grafik keanggotaan kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.[3]



Gambar 2.4 Grafik keanggotaan kurva trapesium

Fungsi Keanggotaan:

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

## 2.7 Operasi Himpunan Fuzzy

Operasi himpunan fuzzy dibutuhkan untuk memproses inferensi. Didalam hal ini yang akan dioperasikan adalah derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan

digunakan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan fuzzy yang disebut sebagai fire strength atau  $\alpha$ . [3]

a. Operasi Gabungan (union)

Operasi gabungan atau sering disebut dengan operasi OR dari himpunan fuzzy A dan B dapat dinyatakan sebagai  $A \cup B$ . didalam sistem logika fuzzy, operasi gabungan disebut dengan Max. Operasi Max dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut.

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \text{ untuk setiap } x \in X$$

Derajat keanggotaan pada setiap unsur himpunan fuzzy  $A \cup B$  adalah sebuah derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy A atau B yang memiliki nilai terbesar. [3]

b. Operasi Irisan (intersection)

Operasi Irisan yang sering disebut juga operator AND dari himpunan fuzzy A dan B dapat dinyatakan sebagai  $A \cap B$ . Dalam logika fuzzy, operasi irisan disebut juga sebagai Min. Operasi Min dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \text{ untuk setiap } x \in X$$

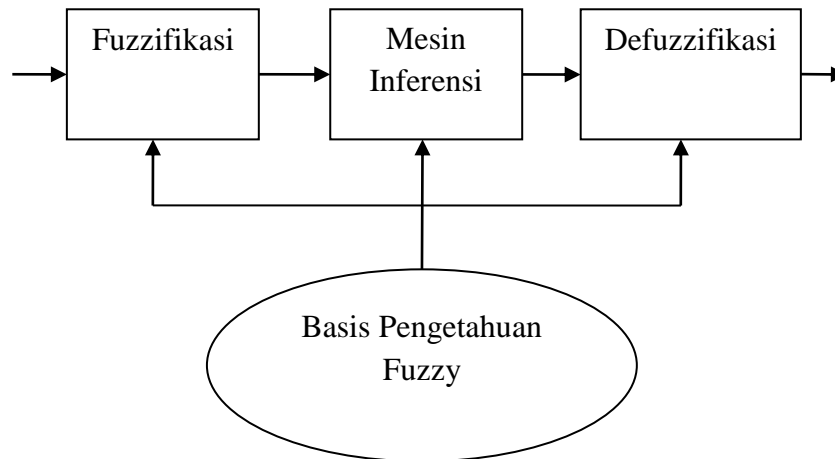
Derajat keanggotaan pada tiap unsur himpunan fuzzy  $A \cap B$  adalah derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy A dan B yang memiliki nilai terkecil. [3]

c. Operasi Komplemen (Complement)

Jika himpunan fuzzy A pada himpunan universal X memiliki fungsi keanggotaan  $\mu_A(x)$  maka komponen himpunan fuzzy A sering disebut dengan NOT adalah sebuah himpunan fuzzy  $A^c$  dengan fungsi keanggotaan untuk setiap x elemen X. [3]

## 2.8 Cara Kerja Pada Logika Fuzzy

Untuk memahami bagaimana cara kerja logika *fuzzy*, dapat dilihat pada struktur elemen dasar sistem *inferensi fuzzy* berikut ini: [3]



Gambar 2.5 Struktur inferensi fuzzy [3]

Keterangan:

Basis Pengetahuan Fuzzy adalah kumpulan rule-rule *Fuzzy* dalam bentuk pernyataan IF...THEN.[3]

Fuzzyfikasi adalah sebuah proses untuk merubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi sebuah variabel linguistic menggunakan suatu fungsi keanggotaan yang dapat disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy.[3]

Mesin Inferensi adalah suatu proses untuk merubah input fuzzy kedalam output fuzzy dengan mengikuti aturan aturan (*IF-THEN Rules*) yang sudah ditetapkan.[3]

Defuzzyfikasi adalah mengubah output fuzzy yang didapat dari mesin inferensi untuk dijadikan nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai pada saat dilakukan fuzzyfikasi. [3]

Berikut beberapa cara kerja logika fuzzy :

- i. Fuzzyfikasi [3]
- ii. Pembentukan basis pengetahuan fuzzy (Rule dalam bentuk IF...THEN) [3]
- iii. Mesin Inferensi (fungsi implikasi Max-Min atau Dot-Product)

iv. Defuzzyfikasi

Banyak cara untuk melakukan defuzzyfikasi, diantaranya metode berikut.

a. Metode Rata-Rata (*Average*) [3]

$$z^* = \frac{\sum \mu_i z_1}{\sum \mu_i}$$

b. Metode Titik Tengah (*Center Of Area*) [3]

$$z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz}$$

## 2.9 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy adalah kerangka komputasi yang didasari pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy yang berbentuk IF-THEN, dan pada penalaran fuzzy. Sistem inferensi fuzzy menerima input crisp, input ini lalu dikirim ke basis pengetahuan fuzzy yang berisi n sebuah aturan fuzzy yang berbentuk IF-THEN. Jika jumlah aturan lebih dari satu, maka bisa dilakukan agregasi dari semua aturan. Pada hasil agregasi ini akan dilakukan defuzzyfikasi untuk mendapatkan nilai crisp sebagai output pada sistem.[4]

Penerapan pada fuzzy logic bias meningkatkan kinerja sistem kendali dengan cara menekan munculnya fungsi liar pada keluaran yang sering disebabkan karena fluktuasi pada variable masukannya. Pendekatan fuzzy logic dapat diimplementasikan dalam tiga tahapan yang akan dijelaskan sebagai berikut:[4]

1. Tahap pengaburan atau sering juga disebut *fuzzification* yaitu pemetaan yang awalnya masukan tegas ke dalam himpunan kabur.[4]
2. Tahap inferensi, yaitu pembangkitan aturan kabur.[4]
3. Tahap penegasan atau sering disebut dengan *defuzzification*, yaitu tranformasi keluaran dari nilai kabur ke nilai tegas.[4]



## 2.10 Rule IF – THEN

*Rule* merupakan sebuah struktur *knowledge* yang dapat menghubungkan beberapa informasi yang diketahui ke informasi yang lain sehingga bisa disimpulkan. Sebuah rule merupakan bentuk *knowledge* yang procedural. Dengan ini maka yang dimaksud dengan sistem pakar berbasis rule adalah suatu program computer untuk memproses sebuah masalah dari informasi spesifik yang ada ddialam memori aktif dengan sebuah set dari rule dalam *knowledge base*, menggunakan inference engine untuk dapat menghasilkan informasi baru.[4]

Secara logika struktur rule akan menghubungkan satu bahkan lebih antaseden yang disebut premis yang terletak pada bagian IF dengan satu atau lebih konsekuen atau disebut juga dengan konklusi yang terletak pada bagian THEN. Secara garis besar, sebuah rule dapat mempunyai premis jamak yang dihubungkan dengan pernyataan AND (konjungsi) dan pernyataan OR (disjungsi) atau sebuah kombinasi dari keduanya.[4]

Dalam sistem pakar yang berbasis rule domain knowledge dapat ditampung pada sebuah set dari rules dan dapat dimasukkan kedalam basis sistem pengetahuan. Sistem menggunakan aturan ini dengan informasi selama berada pada memori aktif untuk memecahkan suatu masalah. Sistem pakar yang berbasis rule mempunyai arsitektur yang dapat dijelaskan sebagai berikut :[4]

1. User interface

Digunakan sebagai media pada user untuk melihat dan berinteraksi dengan sistem.[4]

2. Developer interface

Media yang sering digunakan untuk mengembangkan sistem oleh engineer.[4]

3. Fasilitas penjelasan

Sub sistem yang masih berfungsi untuk menyediakan penjelesan dalam sistem reasoning.[4]

#### 4. Program eksternal

Program menyerupai database, spreadsheet yang bekerja untuk mendukung keseluruhan sistem.[4]

### 2.11 *Fuzzy Interface Sistem (FIS) Tsukamoto*

Metode Tsukamoto, pada tiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan fuzzy, dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk bisa menentukan nilai output crisp atau hasil tegas yang dicari bisa dengan cara mengubah input (berupa himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Metode ini disebut dengan metode defuzzifikasi (penegasan). Pada metode defuzzifikasi yang sering digunakan dalam metode Tsukamoto adalah metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzyfier).[11]

Misalkan ada dua buah variabel input, var-1(x) dan var-2(y) serta ada satu variabel output var-3(z), dimana var-1 terbagi oleh dua himpunan yaitu A1 dan A2 dan var-2 terbagi oleh himpunan B1 dan B2. Sedangkan var-3 juga terbagi oleh dua himpunan yaitu C1 dan C2.[11]

Terdapat dua aturan yang digunakan yaitu: [11]

[R1] IF (x is A1) and (y is B2) THEN (z is C1)

[R2] IF (x is A2) and (y is B1) THEN (z is C2)

#### 2.11.1 Contoh sederhana penerapan fuzzy tsukamoto

Untuk mengatur frekuensi putar kipas angin secara otomatis digunakan sistem control yang dapat mengontrol sumber frekuensi putar angin. Sistem control ini dipengaruhi oleh tiga variabel, yaitu kecepatan putar kipas angin, suhu ruangan dan sumber frekuensi putar. Berdasarkan data kecepatan putar kipas angin kecil 1000rpm dan besar 5000rpm, kemampuan sensor suhu berada di interval 100 Kelvin hingga 600 Kelvin, sedangkan sumber frekuensi putar kipas angin sebesar

2000rpm hingga 7000rpm. Apabila sistem control ruangan tersebut menggunakan 4 rule berikut

[R1] IF kecepatan LAMBAT And suhu TINGGI THEN frekuensi KECIL

[R2] IF kecepatan LAMBAT And suhu RENDAH THEN frekuensi KECIL

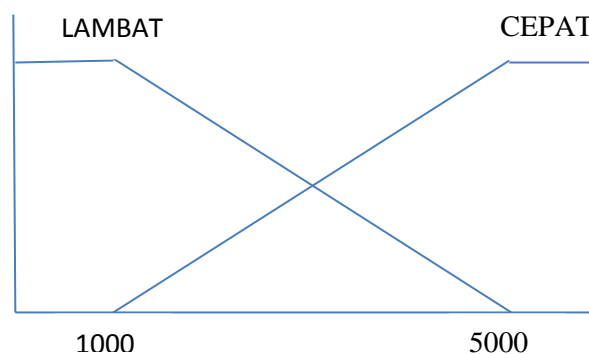
[R3] IF kecepatan CEPAT And suhu TINGGI THEN frekuensi BESAR

[R4] IF kecepatan CEPAT And suhu RENDAH THEN frekuensi BESAR

### Tahap ke-1 : Fuzzyfikasi

Berdasarkan kriteria dalam soal tersebut ada 3 variabel fuzzy yang dapat dimodelkan menjadi grafik keanggotaan seperti berikut.

1. Kecepatan terdiri atas dua himpunan yaitu LAMBAT dan CEPAT



Gambar 2.7 Contoh Soal Grafik Lambat Cepat

$$\mu_{\text{Lambat}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1000 \\ \frac{5000 - x}{4000}; & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 0; & x \geq 5000 \end{cases}$$

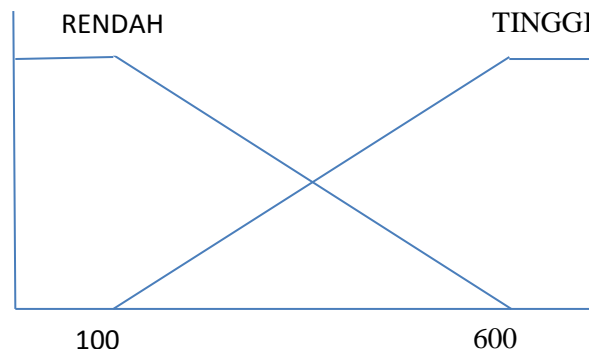
$$\mu_{\text{Cepat}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1000 \\ \frac{x - 1000}{4000}; & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 1; & x \geq 5000 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan untuk kecepatan 4000rpm adalah

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Lambat}}[4000] &= (5000-4000) / 4000 \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Cepat}}[4000] &= (5000-4000) / 4000 \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

2. Suhu terdiri dari 2 himpunan yaitu RENDAH dan TINGGI



Grafik 2.8 Contoh Soal Grafik Rendah Tinggi

$$\mu_{\text{Rendah}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 100 \\ \frac{600 - x}{500}; & 100 \leq x \leq 600 \\ 0; & x \geq 600 \end{cases}$$

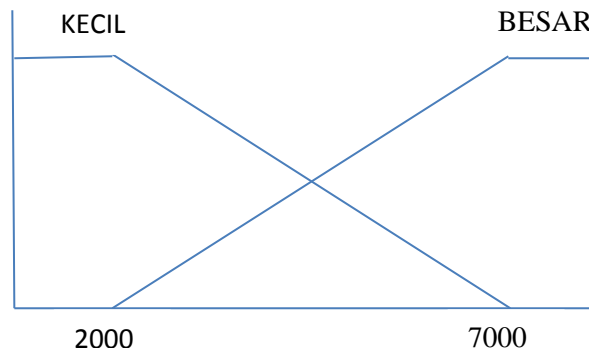
$$\mu_{\text{Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 100 \\ \frac{x - 100}{500}; & 100 \leq x \leq 600 \\ 1; & x \geq 600 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan untuk suhu 300 Kelvin adalah

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Rendah}} &= (600-300)/500 \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Tinggi}} &= (300-100)/500 \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

3. Frekuensi terdiri atas 2 himpunan yaitu KECIL dan BESAR



Gambar 2.9 Contoh Soal Grafik Kecil Besar

$$\mu_{\text{Kecil}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 2000 \\ \frac{7000 - x}{5000}; & 2000 \leq x \leq 7000 \\ 0; & x \geq 7000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Besar}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2000 \\ \frac{x - 2000}{5000}; & 2000 \leq x \leq 7000 \\ 1; & x \geq 7000 \end{cases}$$

### Tahap ke-2: Pembentukan Rule

Dalam hal ini rule-rule yang dibentuk sesuai dengan yang diketahui dalam soal

[R1] IF kecepatan LAMBAT And suhu TINGGI THEN frekuensi KECIL

[R2] IF kecepatan LAMBAT And suhu RENDAH THEN frekuensi KECIL

[R3] IF kecepatan CEPAT And suhu TINGGI THEN frekuensi BESAR

[R4] IF kecepatan CEPAT And suhu RENDAH THEN frekuensi BESAR

### Tahap ke-3: Mesin Inferensi

Pada mesin inferensi, kita terapkan fungsi MIN untuk setiap aturan pada aplikasi fungsi implikasinya

[R1] IF kecepatan LAMBAT And suhu TINGGI THEN frekuensi KECIL

$$\begin{aligned}
 \alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{LAMBAT}} \text{ And } \mu_{\text{TINGGI}} \\
 &= \min(\mu_{\text{LAMBAT}}[4000], \mu_{\text{TINGGI}}[300]) \\
 &= \min(0,25; 0,4) \\
 &= 0,25
 \end{aligned}$$

Lihat himpunan KECIL pada grafik keanggotaan variabel frekuensi

$$(7000-z)/5000 = 0,25 \quad \text{Jadi } z_1 \text{ adalah } 5750$$

[R2] IF kecepatan LAMBAT And suhu RENDAH THEN frekuensi KECIL

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_2 &= \min(0,25;0,6) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

Lihat himpunan KECIL pada grafik keanggotaan variabel frekuensi

$$(7000-z)/5000 = 0,25 \quad \text{jadi } z_2 \text{ adalah } 5750$$

[R3] IF kecepatan CEPAT And suhu TINGGI THEN frekuensi BESAR

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \min(0,75;0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

Lihat himpunan BESAR pada grafik keanggotaan variabel frekuensi

$$(z-2000)/5000 = 0,4 \quad \text{Jadi } z_3 \text{ adalah } 4000$$

[R4] IF kecepatan CEPAT And suhu RENDAH THEN frekuensi BESAR

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat} &= \min(0,75;0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

Lihat himpunan BESAR pada grafik keanggotaan variabel frekuensi

$$(z-2000)/5000 = 0,6 \quad \text{Jadi } z_3 \text{ adalah } 5000$$

#### Tahap ke-4; Defuzzifikasi

Nilai tegas z dapat dicari menggunakan rata-rat terbobot, yaitu :

$$z = \frac{apred_1 * z_1 + apred_2 * z_2 + apred_3 * z_3 + apred_4 * z_4}{apred_1 + apred_2 + apred_3 + apred_4}$$

$$z = \frac{0,25 * 5750 + 0,25 * 5750 + 0,4 * 4000 + 0,5 * 1,25}{0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5}$$

$$z = = \frac{7475}{1,5} = 4958$$

Jadi sumber frekuensi kipas angin yang dihasilkan sistem control haruslah 4983 rpm

#### 2.12 Definisi Diabetes Melitus

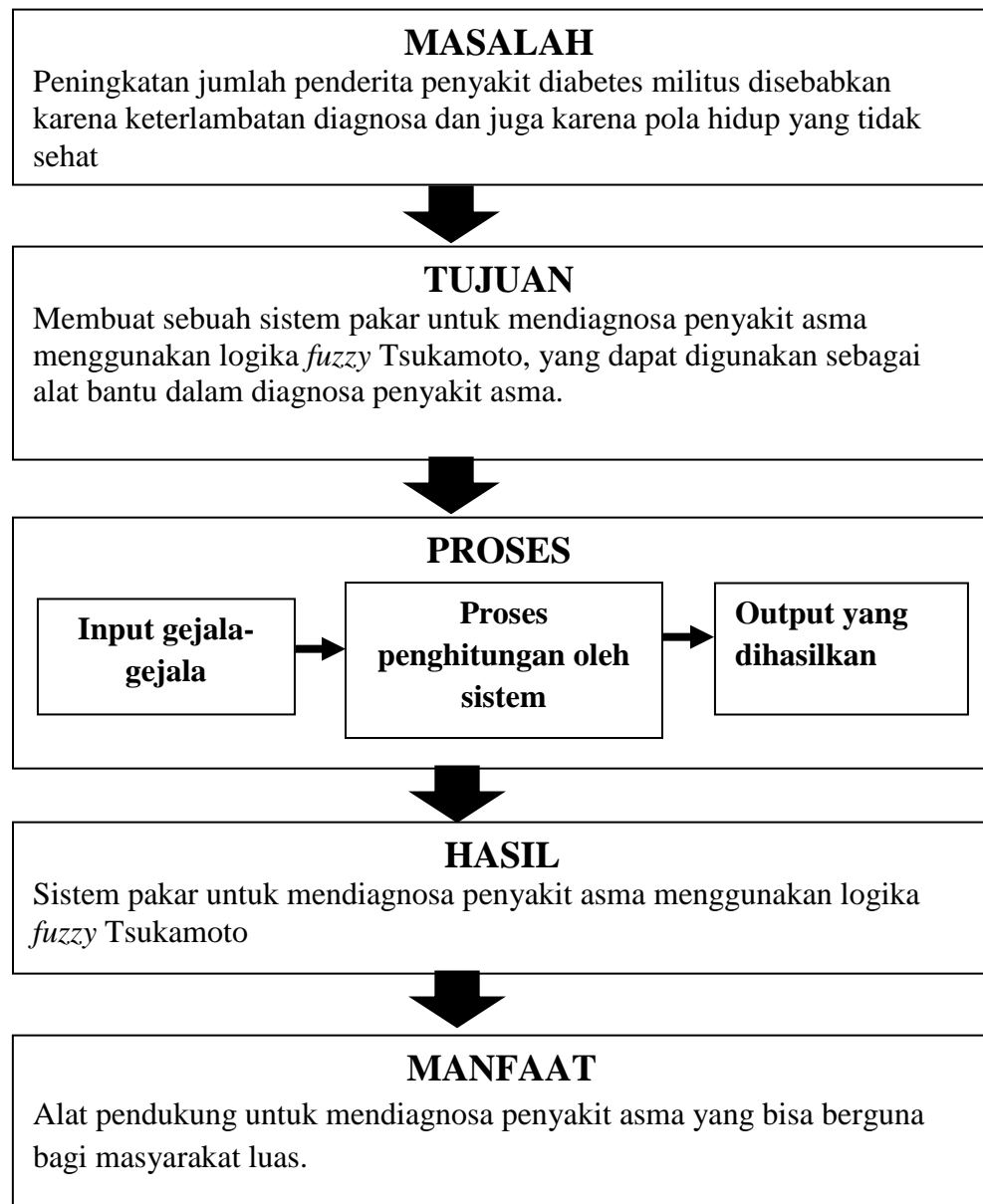
Menurut WHO, Diabetes Militus (DM) adalah sebuah penyakit gangguan pada metabolisme dengan multi etiologi yang ditandai dengan sangat tingginya kadar gula darah dan adanya gangguan metabolisme karbohidrat, protein dan lipid sebagai akibat dari insufisiensi pada fungsi insulin. Insufisiensi fungsi pada insulin disebabkan karena adanya gangguan produksi insulin pada sel beta Langerhans pankreas, bisa juga diakibatkan karena kurang responsifnya kinerja sel tubuh terhadap insulin.[2]

Pengertian Diabetes Militus (DM) lainnya yang dikemukakan oleh *American Diabetes Association* (ADA) pada tahun 2010 adalah salah satu penyakit metabolik memiliki karakteristik hiperglikemia yang disebabkan oleh kelainan sekresi pada insulin, gangguan kinerja insulin, ataupun keduanya, yang dapat menimbulkan berbagai komplikasi kronik pada ginjal, mata, pembuluh darah, dan syaraf.[4]



### 2.13 Kerangka Pemikiran

Berikut merupakan kerangka pemikiran dalam penelitian tentang SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT ASMA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TSUKAMOTO*



Gambar 2.10 Kerangka pemikiran