

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Pakar**

Situs web atau bidang kecerdasan buatan dan program komputer cerdas dikenal sebagai sistem pakar (Wisky & Akhiyar, 2019). Sistem pakar menggunakan pengetahuan dan prosedur inferensi untuk memecahkan masalah yang kompleks yang membutuhkan keahlian khusus manusia (Putra, Yunus, & Sumijan, 2021).

Sistem pakar merupakan sistem komputer yang ditujukan untuk meniru semua emulates (aspek), kemampuan pengambilan keputusan seorang pakar (Ramot Saragi, Sembiring, & Nurhayati, 2022). Sistem pakar menggabungkan kesimpulan aturan penarikan dengan basis pengetahuan tertentu yang disediakan oleh satu atau lebih pakar di bidang tertentu. Kombinasi tersebut disimpan di komputer, yang digunakan untuk memecahkan masalah tertentu selama proses ekstraksi (Trianasari, Kom, St, & Pndjaitan, 2018).

Sistem pakar adalah program komputer atau persamaan seorang pakar yang pengetahuannya telah disimpan untuk memecahkan masalah tertentu yang meniru penalaran seorang pakar. Informasi tersebut tersimpan dalam database yang dapat secara akurat mengidentifikasi jenis keluhan pasien dan menentukan jenis penyakitnya (Puspitasari, Hamdani, Rahmania Hatta, & Septiarini, 2021).

##### **2.1.1 Sejarah Sistem Pakar**

Sistem Pakar (ES) dikembangkan oleh *Artificial intelligence corporation* pada pertengahan 1960-an selama periode ini, penelitian tentang kecerdasan buatan didominasi oleh kepercayaan bahwa komputer dan pengetahuan ahli akan mendukung pakar. Usaha yang mengarah ini adalah *General Purpose Problem-Solver* (GPS). Allen Newel, Herbert Alexander Simon dan John Cliff Show dari *Logic Theorist*, percobaan yang ditujukan untuk mengembangkan mesin cerdas. Pendahulu dari *Expert System* (ES) adalah GPS itu sendiri. GPS mencoba mengumpulkan langkah-langkah yang perlu diambil lebih awal untuk sampai ke tujuan yang telah ditentukan.

Pertengahan tahun 1960, DENDRAL oleh E. Feigenbaum dari Universitas Stanford terjadi perubahan dari program serba bisa (general-purpose) ke program yang spesialis (special-purpose) dan kemudian diikuti oleh MYCIN. Kemampuan pemecahan masalah yang luas diperlukan untuk masalah yang kompleks. Kekuatan ES berasal dari pengetahuan khusus daripada formalisme dan pola inferensi tertentu yang digunakan pada tahun 1970-an.

Awal 1980-an melihat komersialisasi teknologi ES, khususnya XSEL dan XCON, yang awalnya dibatasi oleh akademisi. (dikembangkan di Digital Equipment Corp. dari R-1) dan CATS-1 (dikembangkan oleh General Electric). Edward Shortliffe dan Bruce Buchanan di Universitas Stanford adalah orang pertama yang mengembangkan Sistem Pakar, bernama MYCIN.

Program interaktif yang disebut MYCIN dapat digunakan untuk mendiagnosis dan mengobati meningitis dan infeksi bakteri lainnya. MYCIN mampu menjelaskan alasannya secara terperinci. MYCIN mampu tampil layaknya seorang profesional dalam uji coba. MYCIN adalah sumber yang berguna untuk studi lain tentang kecerdasan buatan.

### 2.1.2 Pemakaian Sistem Pakar

Sistem pakar digunakan membantu memecahkan masalah ketidakpastian dalam ilmu pengetahuan. Sistem pakar dapat memecahkan masalah yang lebih spesifik seperti dalam bidang pendidikan, matematika juga kedokteran.

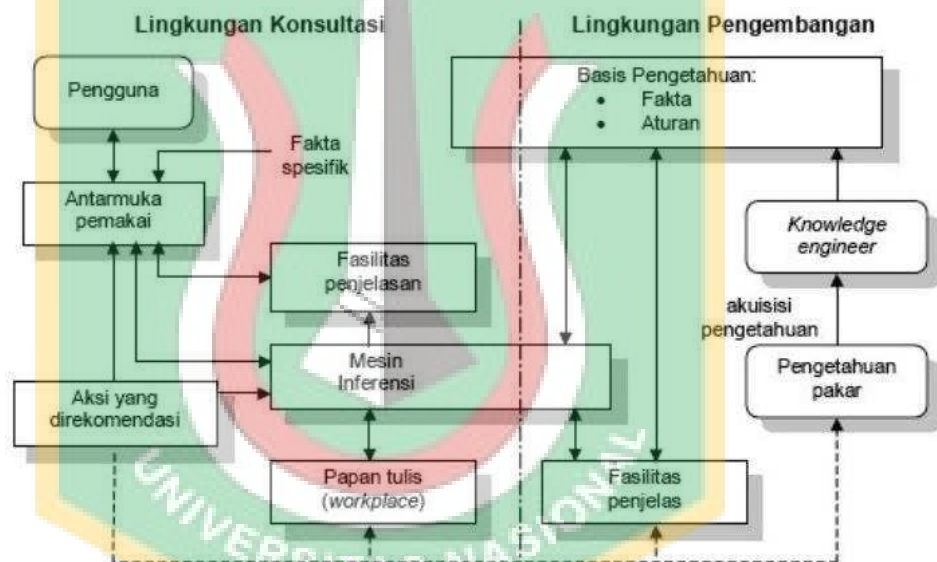
### 2.1.3 Ciri-ciri sistem pakar

1. Hanya pada satu bidang yang sulit.
2. Memberikan ringkasan informasi yang bersifat ambigu.
3. Sesuai dengan pedoman tertentu.
4. Di rancang khusus dengan tujuan agar dapat dikembangkan.
5. Solusi merupakan *output*
6. Percakapan dengan pengguna menentukan hasilnya.
7. Secara terpisah antara, basis pengetahuan dan mesin inferensi

### 2.1.4 Keuntungan Pemakai Sistem Pakar

1. Membuat masyarakat umum dapat bekerja seperti profesional.
2. Dapat dicapai dengan sedikit atau tanpa pengetahuan yang belum pasti.
3. Peningkatan efisiensi.
4. Memberikan solusi yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
5. Membuat *tools* yang rumit sekaligus sederhana penggunaannya sehingga dapat diajarkan kepada orang awam.
6. Layaknya robot tidak memiliki rasa capek dalam memberikan informasi.
7. Memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah yang spesifik.

### 2.1.5 Struktur Sistem Pakar



Gambar 2 1 Struktur Sistem Pakar

#### Komponen yang ada pada sistem pakar

1. Basis pengetahuan dapat dimasukkan, dibangun, atau diperluas menggunakan subsistem penambahan pengetahuan. Instruksi dalam pemecahan masalah dan pemahaman dari basis pengetahuan
2. Program yang dikenal sebagai mesin inferensi menyertakan metode untuk menarik kesimpulan dari data dan pengetahuan. Mesin inferensi memiliki tiga bagian:
  - a. Menggunakan pedoman dalam basis pengetahuan yang sesuai,

- interpreter bertugas melaksanakan agenda yang dipilih.
- b. Penjadwal seperti pengontrol agenda.
  - c. Menggunakan *Consistency enforcer* untuk solusi darurat yang disajikan secara konsisten.
3. Ada tiga jenis keputusan yang dapat direkam di *blackboard*, yang merupakan area memori yang digunakan untuk merekam peristiwa yang sedang berlangsung atau terjadi, termasuk keputusan sementara yaitu:
    - a. Rencana: bagaimana menangani masalah tersebut
    - b. Agenda: kemungkinan tindakan yang masih perlu dilakukan
    - c. Solusi: pilihan untuk tindakan selanjutnya untuk dipertimbangkan
  4. Pengguna dan program berkomunikasi satu sama lain melalui antarmuka.
  5. Pertanyaan digunakan oleh subsistem penjelasan untuk menjelaskan perilaku dan tanggapan sistem pakar secara interaktif, antara lain:
    - a. Mengapa pakar dalam sistem mengajukan pertanyaan?
    - b. Bagaimana suatu kesimpulan dicapai?
    - c. Mengapa opsi lain tidak berfungsi?
    - d. Metode apa yang digunakan untuk menemukan solusi?
  6. Kinerja sistem pakar ditingkatkan dan kelangsungan masa depannya ditentukan dengan memanfaatkan pengetahuan filter sistem.

### 2.1.6 Tahap Pengembangan Sistem Pakar



Gambar 2 2 Tahap Pengembangan Sistem Pakar

Seperti digambarkan pada Gambar 2.2, pengembangan sistem pakar ini melibatkan beberapa tahapan, mirip dengan pengembangan perangkat lunak.

## 2.2 Konsep Gagal Ginjal Kronik

### 2.2.1 Definisi

Gagal ginjal adalah keadaan ketika ginjal sudah mengalami penurunan dalam fungsi kinerja ginjal yang seharusnya. Gagal ginjal kronik sendiri merupakan kondisi dimana kedua ginjal mengalami kerusakan jadi ginjal tidak dapat bekerja dengan semestinya. Gagal ginjal kronik merupakan kondisi terjadinya kerusakan pada ginjal secara progresif yang bersifat irreversible yang bisa timbul dari berbagai macam penyakit (Rustandi, Tranado, & Pransasti, 2018). Ketika LGF kurang dari 60 ml/menit/1,73, kerusakan biasanya terjadi dalam tiga bulan pada gagal ginjal kronis dan biasanya ditandai dengan penurunan laju pada filtrasi di glomerulus secara mendadak dan cepat dalam hitungan jam-minggu (Levey, 2015).

Gagal ginjal stadium akhir terjadi ketika ginjal tidak mampu memekatkan urin dengan baik dan beradaptasi dengan perubahan asupan cairan dan elektrolit tubuh, selain juga ginjal tidak dapat menjaga keseimbangan cairan dan zat kimia dalam tubuh. Biasanya, penyakit ginjal kronis ditemukan secara tidak sengaja atau melalui pemeriksaan rutin dengan analisis kimia urin dan profil serum. Pasien mungkin juga menunjukkan nokturia, nyeri di pinggang, penurunan keluaran urin, hematuria kotor, urin berbusa (tanda albuminuria), dan gejala lainnya (Kyneissia Gliselda, 2021).

Jika sudah terjadi retensi natrium dan air, maka dapat meningkatkan beban sirkulasi yang berlebih dan akan mengakibatkan pembengkakan (edema), hipertensi, dan gagal jantung kongestif (tekanan darah tinggi) (Kamil & Tingkat, 2018).

### 2.2.2 Klasifikasi atau pembagian Gagal Ginjal Kronik

Gagal ginjal kronis dibagi menjadi lima kategori berdasarkan nilai GFR (Glomeruli Filtrate Rate) (Nasution, Syarif, & Musyabiq, 2020). Kondisi klinis fungsi ginjal menurun dapat dilihat dari tingkatan ke 4 dan 5. Dibawah ini adalah tabel dari klasifikasi GK.

Derajat	Deskripsi	GFR (ml/min/1,73 <sup>2</sup> )
1	Kerusakan ginjal dengan nilai normal	≥ 90
2	Kerusakan ginjal ringan dengan nilai GFR ringan	60-89
3	Kerusakan ginjal ringan dengan nilai GFR sedang	30-59
4	Kerusakan ginjal ringan dengan nilai GFR berat	15-29
5	Gagal ginjal	<15 (atau menjalani dialysis)

Sumber : National Kidney Foundation (2016)

Tabel 2-1 Klasifikasi Gagal Ginjal

### 2.2.3 Etiologi Gagal Ginjal Kronik

Beberapa kondisi yang dapat mengakibatkan gagal ginjal kronis yaitu penyakit diabetes, penyakit ginjal polikistik dan gangguan penyakit tubulointerstitial (Dr. dr. Melinah Hidayat M.Kes, 2018).

Pada tahun 2018, data dari Indonesian Renal Registry (IRR) mengungkapkan bahwa glomerulonefritis (25%), diabetes mellitus (23%), hipertensi (tekanan darah tinggi) (20%), dan ginjal polikistik (10%) adalah penyebab paling umum dari gagal ginjal kronis (Mailani & Andriani, 2017).

- a. Glomerulonefritis dibedakan primer dan sekunder. Glomerulonefritis sekunder adalah kelainan pada ginjal yang terjadi akibat penyakit sistemik seperti lupus eritematosus sistemik (LES), multiple myeloma, atau amiloidosis, sedangkan glomerulonefritis primer adalah penyakit

yang berasal dari ginjal.

- b. Diabetes melitus ditandai dengan gangguan metabolisme gula darah tubuh yang terus-menerus atau kronis, peningkatan kadar gula darah karena gangguan sekresi insulin, resistensi insulin, keduanya merupakan gejalanya (Karota & Sitepu, 2020).
- c. Ketika seseorang menderita hipertensi, juga dikenal sebagai tekanan darah tinggi, tekanan darah sistolik diatas 140 mmHg dan diastolik diatas 90 mmHg.
- d. Ginjal polikistik terjadi ketika kista ditemukan tersebar di korteks dan medula ginjal. Kista juga bisa disebabkan oleh berbagai kondisi atau penyakit, selain kelainan genetik.

#### 2.2.4 Manifestasi Klinis atau Tanda Gejala Pada Gagal Ginjal Kronik

Berikut ini merupakan manifestasi klinis menurut (Nuari & Widayati, 2017)

1. Gangguan Kardiovaskuler (Jantung)  
Perikarditis, juga dikenal sebagai efusi perikarditis, biasanya menyebabkan hipertensi, nyeri dada, dan sesak napas, dan edema, gangguan irama jantung, serta gagal jantung akibat penumpukan cairan.
2. Gangguan Pulmonal (Paru)  
Ditandai dengan nafas pendek, dangkal, nafas cepat dan dalam (kussmaul), batuk yang mengeluarkan dahak atau sputum kental, dan suara berderak disertai riak.
3. Gangguan Gastrointestinal (Lambung)  
Anoreksia, mual, muntah (mual), perdarahan gastrointestinal, sariawan dan perdarahan, dan bau nafas amonia adalah semua gejalanya.
4. Gangguan Musculoskeletal (Otot)  
Karena pegal di kaki, selalu digerakkan. (*Resiles reg sindrom*), kesemutan dan terbakar terutama di telapak kaki (*Burning feet sindrom*), kelemahan dan hipertrofi otot-otot ekstremitas, miopati, atau tremor.
5. Gangguan Integumen (Kulit)  
Anemia adalah penyebab kulit pucat dan urokom yang tertimbunan, gatal-gatal karena racun/ toksik, kuku tipis dan rapuh menyebabkan kulit kekuning - kuningan.

6. Gangguan Endokrin (Jaringan Kelenjar)  
mulai dari gangguan seksual seperti libido rendah, kemandulan, dan kesulitan ereksi, serta gangguan menstruasi seperti amenore (tidak menstruasi). Gangguan metabolik glukosa, gangguan metabolik vitamin D dan lemak.
7. Asidosis, hiperkalemia, hipomagnesemia, dan hipokalsemia semuanya dapat terjadi sebagai akibat dari retensi air dan garam, yang menyebabkan gangguan cairan dan elektrolit serta keseimbangan asam-basa.
8. Sistem Hematologi  
Penyebab anemia dan defisiensi darah merah yang paling umum adalah kurangnya produksi erythropoietin, yang mengurangi stimulasi erythropoiesis di sumsum tulang. Pada uremia toksik, eritrosit mati sebelum waktunya, mengakibatkan hemolisis; disfungsi trombosit dan trombositopenia juga dapat terjadi.

### 2.2.5 Komplikasi Gagal Ginjal Kronik

Kompleksitas yang dapat terjadi dengan gagal ginjal yang terus-menerus sangatlah serius (Hutagaol, 2017)

1. Penyakit tulang  
Ginjal yang rusak akan menyebabkan penurunan kadar kalsium atau hipokalsemia akan menyebabkan deklasifikasi kisi-kisi tulang, yang akan menyebabkan osteoporosis atau pengeroposan tulang dan patah tulang obsesif dapat terjadi jika berlangsung lama.
2. Penyakit kardiovaskuler  
Kompikasi yang terjadi pada sistem kardiovaskuler yaitu berupa hipertensi, intoleransi glukosa kelainan lipid, dan kelainan aliran darah (paling sering hipertrofi ventrikel kiri).
3. Anemia  
Jika ginjal tidak berfungsi dengan baik, maka akan terjadi sekresi eritropoetik yang menandakan adanya defisiensi ginjal dan akan mengakibatkan penurunan kadar hemoglobin. Ginjal juga berperan dalam fungsi sirkulasi tubuh dan sistem hormonal.
4. Disfungsi Seksual



Akan berdampak negatif pada libido, yang dapat menyebabkan impotensi atau hiperprolaktinemia pada wanita.

### 2.2.6 Pemeriksaan Diagnostik GGK

Menurut (Susianti.H 2019), tes berikut digunakan untuk mendiagnosis gagal ginjal kronis:

#### a. Pemeriksaan laboratorium

Kadar natrium, kalium, pH, Hb, hematokrit, urea, kreatinin, dan nitrogen urea serum (BUN) semuanya diukur di laboratorium. Kelainan pada fungsi ginjal, batas kreatinin, dan jumlah rata-rata dapat ditemukan melalui analisis urin dalam rata-rata urin dalam waktu 24 jam. Produksi urin yang tidak normal atau kecil merupakan tanda gagal ginjal. WBC/leukosit dan RBC/eritrosit, serta penurunan osmolaritas dalam urin, semuanya dapat ditemukan melalui analisis urin. Pada gagal ginjal dapat terjadi frekuensi urine menurun dan output urin yang kurang, kadar kreatinin dan BUN sangat penting bagi pasien gagal ginjal. Apabila terjadi peningkatan BUN berarti adanya dehidrasi dan makan terlalu banyak protein.

#### b. Pemeriksaan radiologi

Pemeriksaan radiologi berguna mengetahui gangguan yang terjadi pada fungsi ginjal:

1. Pemindaian Tomografi Komputer, yang dapat dilakukan dengan atau tanpa kontras untuk melihat dengan jelas anatomi ginjal.
2. Kontras digunakan dalam IVP (*intervenous pyelography*) untuk menilai keadaan fungsi ginjal. IVP sering digunakan untuk mengobati masalah ginjal.
3. Menggunakan kontras, angiografi arteriorenal digunakan untuk mengidentifikasi kapiler ginjal, vena, dan sistem arteri.
4. Evaluasi yang disebabkan oleh ARF, proses infeksi ginjal, uropati obstruktif, dan komplikasi pasca-transplantasi semuanya dapat memperoleh manfaat dari MRI (*magnetic resonance imaging*).
5. Flat-flat radiografi yaitu suatu kondisi di mana ukuran, bentuk, posisi, dan klasifikasi ginjal, ureter, dan kandung kemih diperiksa. Anda dapat melihat bahwa ginjal semakin mengecil pada gambar ini,

yang mungkin disebabkan oleh proses infeksi.

c. Biopsi ginjal

Biopsi ginjal adalah prosedur yang dapat digunakan untuk mendiagnosis gangguan ginjal dengan mengambil jaringan ginjal dan menganalisisnya. Biopsi diperlukan untuk perencanaan transplantasi ginjal, sindrom nefrotik dan penyakit ginjal bawaan.

### 2.2.7 Penatalaksanaan GJK

Menurut Suhardjono (2017), pengobatan gagal ginjal kronis adalah sebagai berikut:

- a. Jika penurunan fungsi ginjal masih ringan, penanganan gagal ginjal kronis lebih bermanfaat karena memperlambat progresivitas gagal ginjal.
- b. Dialisis Peritoneal (DP) yaitu menggunakan garis perut yang biasa disebut membran peritoneal untuk melakukan pergantian darah.
- c. Hemodialisa

Hemodialisa menggunakan mesin dialiser untuk melakukan penyaringan darah. Manajemen pembekuan dihentikan ketika pasien memerlukan dialisis permanen atau transplantasi. Pada tahap dialisis, GFR biasanya sekitar 5 sampai 10 mL/menit.

- d. Transplantasi ginjal (TG)

Transplantasi ginjal untuk terapi pengganti ginjal yang memerlukan pencangkokan dari orang yang masih hidup ataupun mati untuk orang yang membutuhkan. Pada transplantasi ginjal ini adalah pilihan terapi untuk penyakit ginjal pada stadium akhir.

### 2.3 Logika Fuzzy

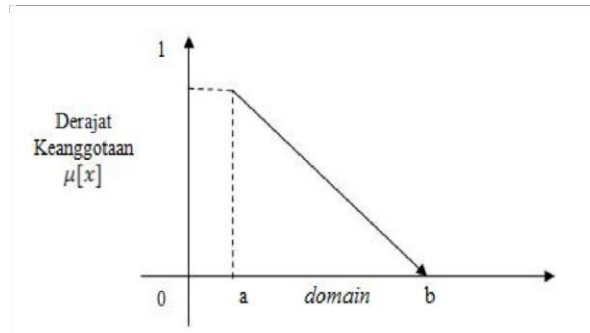
Nilai dalam jenis logika yang dikenal sebagai logika fuzzy berfluktuasi antara benar dan salah. Logika fuzzy, pertama kali diusulkan oleh University of California, profesor Berkeley Lotfi A. Zadeh. melalui makalahnya tentang teori himpunan fuzzy tahun 1965, Lotfi A. Zadeh pertama kali mengembangkan logika fuzzy sebagai sebuah konsep. Ilmuwan Lotfi Asker Zadeh berasal dari Iran dan tinggal di Amerika Serikat. Terlepas dari kenyataan bahwa logika fuzzy dikembangkan di Amerika Serikat, praktisi di Jepang lebih terkenal dan memanfaatkannya secara lebih besar, menyesuaikannya dengan industri kontrol

(Rindengan & Langi, 2019). Dalam teori keputusan, teori kontrol, dan beberapa bidang ilmu manajemen, logika fuzzy dapat digunakan. Logika fuzzy menghilangkan kebutuhan akan persamaan matematis dari objek yang dikendalikan karena kelebihanannya meliputi penalaran linguistik atau proses penalaran.

### 2.3.1 Himpunan Fuzzy

Berdasarkan ide membuat interval  $[0,1]$  memuat bilangan real dengan memperlebar range fungsi karakteristiknya. Nilai fuzzy set menunjukkan bahwa topik yang sedang dipertimbangkan dapat memiliki nilai antara 0 dan 1. Hal-hal yang harus diketahui dalam mencari kerangka fuzzy: (Rindengan & Langi, 2019). Variabel Fuzzy contohnya yaitu, usia, suhu, permohonan dan lain lain.

1. Himpunan Fuzzy, antara lain:
  - a. Variabel tinggi badan dikelompokkan 3 himpunan fuzzy: rendah, sedang dan tinggi
  - b. variabel suhu udara dikelompokkan 5 himpunan fuzzy: normal, panas, dingin, hangat, dan sejuk.
2. Semesta Pembicaraan, yaitu nilai yang diizinkan untuk digunakan dalam variable fuzzy, contohnya semesta pembicaraan untuk suhu tubuh :  $[0, 40]$ .
3. Domain Keseluruhan
4. Nilai *threshold* Alpha-Cut adalah nilai *threshold* domain yang ditentukan oleh nilai keanggotaan setiap domain, di mana – *cut* tunduk pada dua kondisi: Berikut ini adalah contoh *cut* lemah: *cut* kuat ( $x$ ) dapat dinyatakan sebagai:  $\mu(x) > \alpha$  [2].



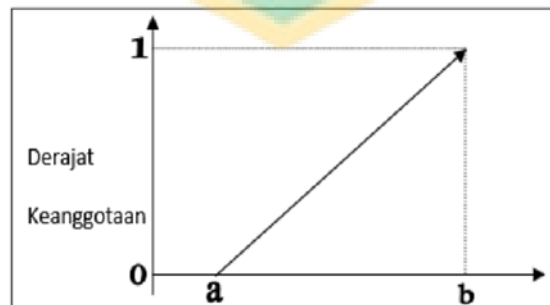
Gambar 2 3 Derajat keanggotaan fuzzy

### 2.3.2 Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*)

Kurva yang dikenal sebagai fungsi keanggotaan menggambarkan perencanaan input informasi yang berfokus pada nilai keanggotaannya, yang juga disebut sebagai tingkat keanggotaan dan berada dalam jangkauan 0 hingga 1. Nilai keanggotaan dapat diturunkan dengan menggunakan metode fungsi. Berikut ini adalah fungsi-fungsi yang tersedia dalam himpunan teori fuzzy :

#### 1. Representasi Linier

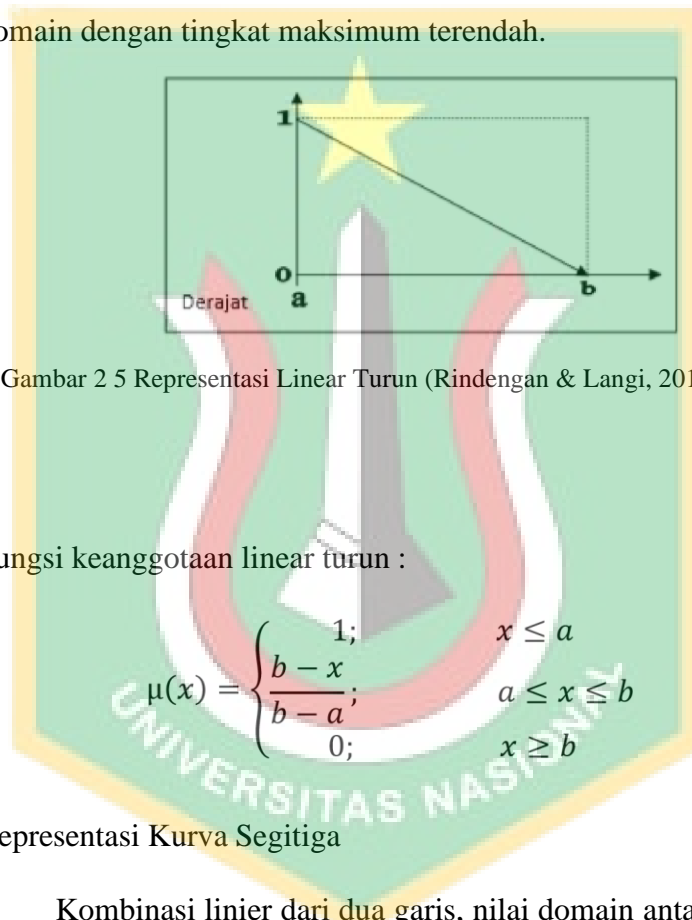
Memetakan input ke tingkat keanggotaan menggunakan oleh garis lurus. Suatu pilihan yang terdekat dengan konsep yang kurang jelas merupakan bentuk yang sederhana. Ada dua keadaan pada himpunan fuzzy linier. Persis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4, perluasan himpunan berkembang menuju domain nilai dengan tingkat batasan tinggi dari domain nilai dengan tingkat maksimum nol.



Gambar 2 4 Representasi Linear Naik (Sumber:Rindengan &amp; Langi, 2019)

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

Kedua, seperti digambarkan pada Gambar 2.5, garis lurus membentang dari nilai domain dengan tingkat kenaikan tertinggi ke nilai domain dengan tingkat maksimum terendah.



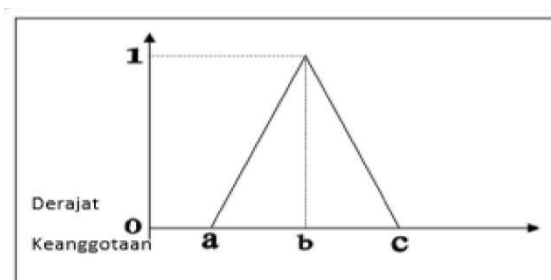
Gambar 2 5 Representasi Linear Turun (Rindengan & Langi, 2019)

Fungsi keanggotaan linear turun :

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

## 2. Representasi Kurva Segitiga

Kombinasi linier dari dua garis, nilai domain antara a dan b, atau b dan c, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.6

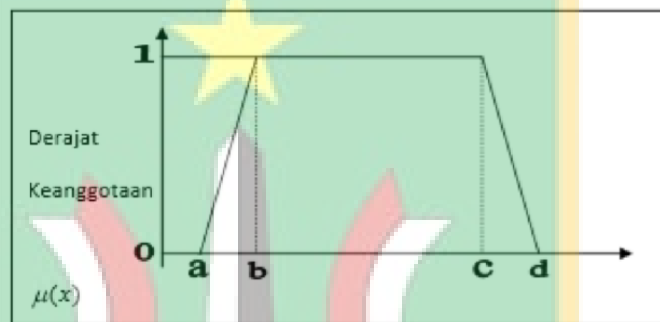


Gambar 2 6 Segitiga (Sumber: (Rindengan & Langi, 2019)

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

### 3. Representasi Kurva Trapesium

Gambar 2.7 menunjukkan bahwa, seperti bentuk segitiga, hanya sejumlah kecil titik yang memiliki nilai maksimum 1.



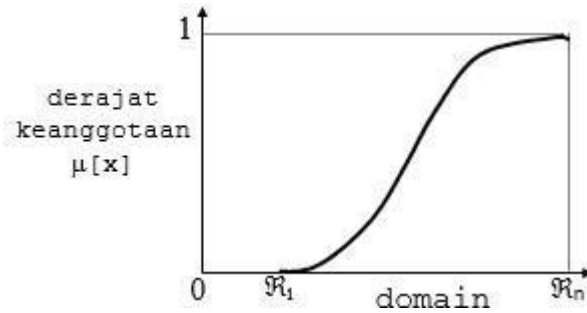
Gambar 2.7 Representasi Kurva Trapesium (Rindengan & Langi, 2019)

Persamaan dari fungsi keanggotaan Kurva Trapesium :

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

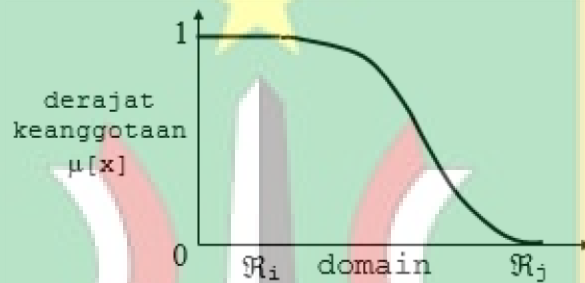
### 4. Representasi Kurva-S

Kurva depresiasi dan kurva pertumbuhan, keduanya menunjukkan peningkatan dan penurunan non-linier di bagian atas, adalah dua jenis kurva *sigmoid* atau kurva-s. Kurva-S akan bergerak dari nilai keanggotaan 0 ke nilai keanggotaan 1. (Gambar 2.8).



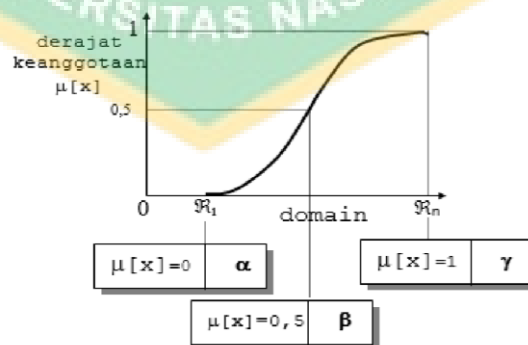
Gambar 2 8 Representasi Kurva-S (Rindengan & Langi, 2019)

Pada Gambar 2.9, kurva S untuk depresiasi bergeser dari nilai keanggotaan 0 ke nilai keanggotaan 1.



Gambar 2 9 Kurva-S penyusutan (Rindengan & Langi, 2019)

Nilai keanggotaan nol ( $\alpha$ ), nilai keanggotaan lengkap ( $\gamma$ ), dan titik infleksi atau persilangan ( $\beta$ ), yang merupakan titik dengan domain benar 50%, adalah tiga parameter kurva-S. Gambar 2.10



Gambar 2 10 Representasi Kurva-S (Sumber: Rindengan & Langi, 2019)

Persamaan dari fungsi keanggotaan Kurva-S untuk pertumbuhan :

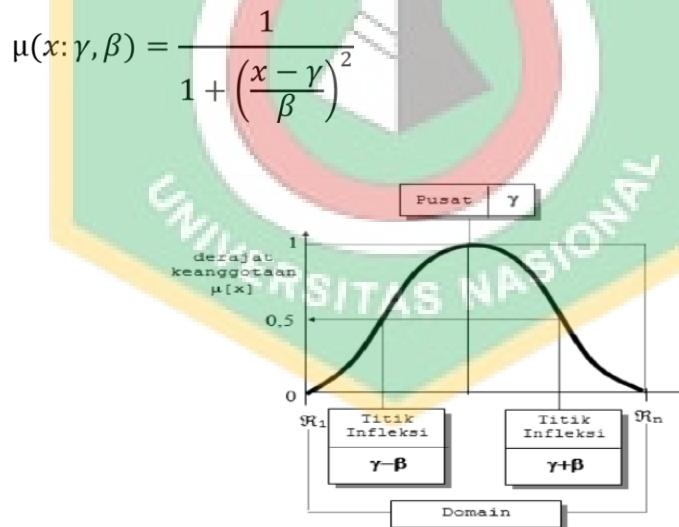
$$\mu(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & ; x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & ; \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & ; \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & ; x \geq \gamma \end{cases}$$

Dan fungsi keanggotaan untuk penyusutan :

$$\mu(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & ; x \leq \alpha \\ 1 - 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & ; \alpha \leq x \leq \beta \\ 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & ; \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & ; x \geq \gamma \end{cases}$$

#### 5. Reperesentasi Kurva Beta

Kurva PI lebih ketat daripada kurva BETA yang berbentuk seperti lonceng. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11, ada dua parameter tambahan yang dapat digunakan untuk mendefinisikan kurva ini: nilai domain, yang menunjukkan pusat kurva ( $\gamma$ ), dan setengah lebar kurva ( $\beta$ )



Gambar 2 11 Kurva Beta (Sumber: (Rindengan & Langi, 2019))

### 2.3.3 Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto adalah perluasan dari penalaran monoton atau terus-



menerus. Sistem inferensi pada metode fuzzy Tsukamoto membentuk rules based kedalam sebab akibat (if-then). Tsukamoto dapat langsung mengaplikasikan keahlian para ahlinya tanpa harus melalui proses pelatihan karena metode ini sangat mudah dipahami dan memungkinkan penggunaan data yang tidak akurat. Aturan IF-THEN dan operasi AND digunakan untuk menyimpulkan nilai surplus minimum (MIN) dari berbagai variabel yang ada pada metode Tsukamoto (Herdiastuti, 2017).

Fuzzy Tsukamoto sendiri memiliki keunggulan karena sangat mudah beradaptasi dan toleran terhadap data. Metode Tsukamoto sendiri memiliki keunggulan perseptif dan mampu memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang tidak akurat, kualitatif, dan ambigu. Metode ini menggunakan himpunan fuzzy dengan fungsi yang secara konstan dipertimbangkan oleh fuzzifikasi untuk merepresentasikan setiap aturan (Ferdiansyah & Hidayat, 2018).

#### 2.4 Certainty Factor

Metode certainty factor adalah metode untuk menjelaskan tingkat kepercayaan ahli terhadap masalah yang dihadapi. Ini adalah metode untuk mengarahkan kebenaran pertanyaan untuk menyarankan ide dari seorang ahli (Al, Yunas, Triayudi, & Sholihati, 2021). Faktor kepastian (certainty factor) diperkenalkan pada tahun 1975 oleh Shortliffe Buchanan sebagai bagian dari produksi MYCIN untuk mengakomodasi ketidakpastian pakar (*inexact reasoning*). Penciptaan sistem pakar MYCIN bertepatan dengan perkembangan teori ini. Tim pengembangan MYCIN mengamati bahwa dokter sering menggunakan frasa seperti: misalnya: mungkin, kemungkinan besar, hampir pasti. Tim MYCIN menggunakan faktor kepastian (CF) untuk menggambarkan tingkat kepercayaan ahli dalam masalah saat ini untuk memperhitungkannya. Representasi aturan biasanya mengambil bentuk berikut:

IF E1 [AND / OR] E2 [AND / OR] ... En..... (1)

THEN H (CF = Cfi) ..... (2)

Dimana:

E1 .... En : fakta – fakta (evidence) yang ada.

H : hipotesa atau konklusi yang dihasilkan.

CF : tingkat keyakinan (certainty factor) terjadinya hipotesa H akibat adanya fakta – fakta E1 s/d En.

David McAllister mendefinisikan "Faktor tersebut" sebagai "metode untuk membuktikan fakta atau ketidakpastian dalam bentuk metrik yang biasanya digunakan dalam sistem pakar." Definisi ini berasal dari David McAllister (Riadi & Ihsan Gorontalo, 2017)

#### 2.4.1 Kelebihan dan Kekurangan Certainty Factor

Kelebihan dari metode certainty factor adalah:

1. Sistem pakar dapat menggunakan teknik ini untuk menentukan apakah sesuatu itu pasti atau tidak pasti ketika mendiagnosa dan mengidentifikasi penyakit atau hama.
2. Untuk menjaga keakuratan data, metode ini hanya dapat mengolah dua data dalam satu proses perhitungan.(Deslianti, 2020)

Adapun kekurangan metode certainty factor adalah:

1. Gagasan umum menggunakan faktor kepastian numerik untuk memodelkan ketidakpastian manusia sering menjadi bahan perdebatan.
2. Metode ini dapat mengolah ketidakpastian dan kepastian untuk dua data saja, sedangkan pengolahan data lebih dari dua data membutuhkan literasi yang banyak.