

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang meliputi kajian pustaka dan dasar teori yang diperlukan untuk penelitian. Kajian pustaka membahas penelitian yang telah ada dan yang diusulkan. Dasar teori adalah membahas teori yang diperlukan untuk menyusun penelitian yang diusulkan.

Kajian pustaka pada penelitian ini membahas penelitian sebelumnya yang berjudul "*Pointcare Plot of RR-Interval Differences (PORRID)*". Dasar teori yang akan dibahas pada bab ini yaitu teori dasar mengenai kecerdasan buatan, sistem pakar, algoritma *Fuzzy Tsukamoto* dan ilmu – ilmu tentang jantung.

#### 2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pada penelitian ini akan membahas penelitian yang sebelumnya dilakukan dengan penelitian yang diusulkan. Penelitian sebelumnya dilakukan dengan menggunakan metode *Pointcare Plot of RR-Interval Differences (PORRID)* dengan objek yang sama. Dalam penelitian ini SCD diklasifikasikan dengan menggunakan metode PORRID. Kajian penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dan penelitian yang diusulkan dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* ditunjukkan pada Tabel 2.1. Berikut penjelasan tabel 2.1 :

Kajian pustaka pada penelitian ini juga membahas penelitian sebelumnya yang berjudul "*Pointcare Plot of RR-Interval Differences (PORRID)*". Metode yang digunakan untuk menunjang keputusan pada proses klasifikasi SCD adalah PORRID. Penggunaan metode PORRID digunakan sebagai mesin inferensi untuk menentukan pola dari masing – masing penyakit jantung.

Kajian Pustaka Selanjutnya adalah "*A Novel Approach to Predict Sudden Cardiac Detach (SCD) Using Nonlinier and Time-Frequency Analyses from HRV Signals*". Metode *k-Nearest Neighbor (k-NN)* dan *Multilayer Perceptron Neural Network (MLP)* digunakan sebagai mesin inferensi untuk menentukan nilai

probabilitas, yang digunakan sebagai proses identifikasi. Selain menggunakan kedua metode tersebut, penelitian ini juga menggunakan metode *Pointcare Plot* untuk menentukan pola dari masing – masing penyakit, setelah itu dicari probabilitasnya dengan menggunakan metode k-NN dan MLP. Dari penelitian tersebut menunjukkan hasil dari penggabungan fitur dapat memprediksi SCD dengan akurasi 99.73%, 96.52%, 90.37% dan 83.96% untuk percobaan yang pertama, kedua, ketiga dan keempat dalam selang 1 menit dari terjadinya SCD.

Kajian Pustaka Selanjutnya adalah “*Sistem Pakar Penentuan Jenis Penyakit Hati dengan Metode Inferensi Fuzzy Tsukamoto*”. Metode *Fuzzy Tsukamoto* digunakan sebagai mesin inferensi untuk menentukan nilai probabilitas, yang digunakan sebagai proses identifikasi. Data yang diolah merupakan gejala – gejala dari input user. Pada penelitian ini *Fuzzy Tsukamoto* digunakan untuk mengidentifikasi masing – masing penyakit hati.

Perbedaan yang dibuat penulis pada penelitian ini adalah dalam penggunaan metode *Fuzzy Tsukamoto* yang akan digunakan untuk menentukan besar resiko seseorang mengalami SCD. Penerapan metode ini diharapkan dapat membantu para dokter dalam menentukan siapakah yang benar – benar memerlukan pemasangan ICD.

## 2.2 Sistem Pakar (*Expert System*)

Sistem Pakar adalah salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang mengandung pengetahuan dan pengalaman yang dimasukkan oleh satu atau banyak pakar ke dalam satu area pengetahuan tertentu. Sehingga setiap orang dapat menggunakannya untuk memecahkan berbagai masalah yang bersifat spesifik.

Penggunaan sistem pakar dapat digunakan untuk menyelesaikan masalahnya atau sekedar mencari suatu informasi berkualitas yang sebenarnya hanya dapat diperoleh dengan bantuan para ahli di bidangnya. Seorang pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai *knowledge* atau kemampuan khusus yang tidak dimiliki oleh orang lain [11:29-42].

Tabel 2.1. KajianPustaka

No	Judul	Objek (Input)	Metode (Proses)	Hasil (Output)
1.	Pointcare Plot of RR-Interval Differences (PORRID) [7]	Proses identifikasi penyakit jantung dilakukan dengan memasukkan jumlah vektor di kuadran 2 & 4 (S24), jumlah vektor di kuadran 1 & 3 (S13), perbandingan jumlah vektor pada kuadran 2 & 4 dengan 1 & 3 (R24/13), jumlah vector pada sumbu (Sax), perbandingan jumlah vektor pada kuadran 2 & 4 dengan sumbu(R24/ax)	Metode PORRID Langkah-langkah Penerapan metode PORRID pada identifikasai jantung : 1. Menghitung vektor di tiap kuadran dan sumbu 2. Mencari nilai tiap – tiap variabel. 3. Membandingkan fitur acuan dengan fitur sampel. 4. Memilih nilai terbanyak dari perbandingan 5. Evaluasi kinerja	Output : Penelitian ini menghasilkan pola yang nantinya akan dianalisa manual dan dibandingkan dengan pola – pola yang ada pada data sampel. Tingkat akurasi yang dihasilkan metode ini mencapai 90% dengan data uji sebanyak 36.
2.	A Novel Approach to Predict Sudden Cardiac Detach (SCD) Using Nonlinier and Time-Frequency Analyses from HRV Signals [8]	Proses identifikasi penyakit SCD dilakukan dengan memasukkan variabel – variabel berikut : Accuracy(AC), sensitivity(SN), specifity(SP), precision(P). Variabel – variabel tersebut didapat melalui pengolahan dari Electrocardiograf menjadi pointcareplot.	1. Mengidentifikasi masing – masing penyakit menggunakan pointcare plot dari HRV 2. Membandingkan fitur – fitur yang didapatkan dari HRV antara HRV orang normal dengan HRV orang yang mengalami SCD. 3. Evaluasi kinerja	Output : Dari penelitian tersebut menunjukkan hasil dari penggabungan fitur dapat memprediksi SCD dengan akurasi 99.73%, 96.52%, 90.37% dan 83.96% untuk percobaan yang pertama, kedua, ketiga dan keempat dalam selang 1 menit dari terjadinya SCD

3	Sistem Pakar Penentuan Jenis Penyakit Hati dengan Metode Inferensi Fuzzy Tsukamoto[10]	Input dari aplikasi ini adalah gejala – gejala yang dialami oleh seseorang.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Input nilai himpunan fuzzy</li> <li>2. Menentukan derajat keanggotaan</li> <li>3. Menghitung predikat aturan</li> <li>4. Defuzzifikasi</li> </ol>	<p>Output :</p> <p>Output dari aplikasi ini adalah hasil identifikasi jenis penyakit hati yang diderita seseorang. hasil ini didapatkan dari data input yang berupa gejala, dan diolah menggunakan metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>.</p>
4	Sistem Pakar Penentuan Resiko Mengalami Sudden Cardiac Death dengan Metode Fuzzy Tsukamoto	Input dari aplikasi ini adalah interval RR yang berformat file txt.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menentukan nilai masing – masing variabel</li> <li>2. Menentukan derajat keanggotaan</li> <li>3. Menghitung predikat aturan</li> <li>4. Defuzzifikasi</li> </ol>	<p>Output :</p> <p>Output dari aplikasi ini adalah besar prosentase resiko seseorang mengalami <i>Sudden Cardiac Death</i>.</p>

Sumber : [7], [8],[9], [Perancang]

### 2.2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar dari sistem pakar yaitu meliputi keahlian (*expertise*), ahli (*experts*), pemindahan keahlian (*transferring expertise*), inferensi (*inferencing*), aturan (*rules*) dan kemampuan memberikan penjelasan (*explanation capability*)[12].

Keahlian (*expertise*) adalah pengetahuan yang mendalam tentang suatu masalah tertentu, dimana keahlian bisa diperoleh dari pelatihan/ pendidikan, membaca dan pengalaman dunia nyata. Ada dua macam pengetahuan yaitu pengetahuan dari sumber yang ahli dan pengetahuan dari sumber yang tidak ahli. Pengetahuan dari sumber yang ahli dapat digunakan untuk mengambil keputusan dengan cepat dan tepat[12].

Ahli (*experts*) adalah seorang yang memiliki keahlian tentang suatu hal dalam tingkatan tertentu. Ahli dapat menggunakan suatu permasalahan yang ditetapkan dengan beberapa cara yang berubah-ubah dan merubahnya ke dalam bentuk yang dapat dipergunakan oleh dirinya sendiri dengan cepat dan cara pemecahan yang mengesankan [12].

### 2.2.2 Tujuan Sistem Pakar

Tujuan dari sistem pakar adalah untuk memindahkan kemampuan (*transferring expertise*) dari seorang ahli atau sumber keahlian yang lain ke dalam komputer dan kemudian memindahkannya dari komputer kepada pemakai yang tidak ahli (bukan pakar). Proses ini meliputi empat aktivitas yaitu [12]:

1. Akuisi pengetahuan (*knowledge acquisition*) yaitu kegiatan mencari dan mengumpulkan pengetahuan dari para ahli atau sumber keahlian yang lain.
2. Representasi pengetahuan (*knowledge representation*) adalah kegiatan menyimpan dan mengatur penyimpanan pengetahuan yang diperoleh dalam komputer. Pengetahuan berupa fakta dan aturan disimpan dalam komputer sebagai sebuah komponen yang disebut basis pengetahuan.
3. Inferensi pengetahuan (*knowledge inferencing*) adalah kegiatan melakukan inferensi berdasarkan pengetahuan yang telah disimpan didalam komputer.

4. Pemindahan pengetahuan (*knowledge transfer*) adalah kegiatan pemindahan pengetahuan dari komputer ke pemakai yang tidak ahli.

### 2.2.3 Bentuk Sistem Pakar

Sistem pakar dikelompokkan ke dalam empat bentuk yaitu [12]:

1. Mandiri merupakan sistem pakar yang murni berdiri sendiri, tidak digabung dengan perangkat lunak lain, bisa dijalankan pada komputer pribadi dan mainframe.
2. Terkait atau tergabung merupakan sistem pakar hanya bagian dari program yang lebih besar. Program tersebut biasanya menggunakan teknik algoritma konvensional tapi bisa mengakses sistem pakar yang ditempatkan sebagai subrutin, yang bisa dimanfaatkan setiap kali dibutuhkan.
3. Terhubung adalah sistem pakar yang berhubungan dengan software lain. Misalnya spreadsheet, DBMS, program grafik. Pada saat proses inferensi, sistem pakar bisa mengakses data dalam spreadsheet atau DBMS atau program grafik bisa dipanggil untuk menayangkan output visual.
4. Sistem Mengabdikan Merupakan bagian dari komputer khusus yang diabdikan kepada fungsi tunggal. Sistem tersebut bisa membantu analisa data radar dalam pesawat tempur atau membuat keputusan intelejen tentang bagaimana memodifikasi pembangunan kimiawi.

### 2.2.4 Ciri-ciri Sistem Pakar

Sistem pakar mempunyai ciri-ciri, diantaranya adalah [13]:

1. Terbatas pada bidang yang spesifik.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada *rule* atau kaidah tertentu.
5. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.

6. Outputnya bersifat nasihat atau anjuran.
7. Output tergantung dari dialog dengan user.
8. *Knowledge base* dan *inference engine* terpisah.

### 2.2.5 Keuntungan Sistem Pakar

Sistem pakar mempunyai keuntungan, diantaranya adalah [12]:

1. Membuat seorang yang awam dapat bekerja seperti layaknya seorang pakar.
2. Dapat bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. *Expert System* menyediakan nasihat yang konsisten dan dapat mengurangi tingkat kesalahan.
4. Membuat peralatan yang kompleks lebih mudah dioperasikan karena ES dapat melatih pekerja yang tidak berpengalaman.
5. *Expert System* tidak dapat lelah atau bosan, juga konsisten dalam memberi jawaban dan selalu memberikan perhatian penuh.
6. Memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah yang kompleks.
7. Memungkinkan pemindahan pengetahuan ke lokasi yang jauh serta memperluas jangkauan seorang pakar, dapat diperoleh dan dipakai dimana saja.

### 2.2.6 Kelemahan Sistem Pakar

Sistem pakar seperti halnya sistem lainnya, juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah [12]:

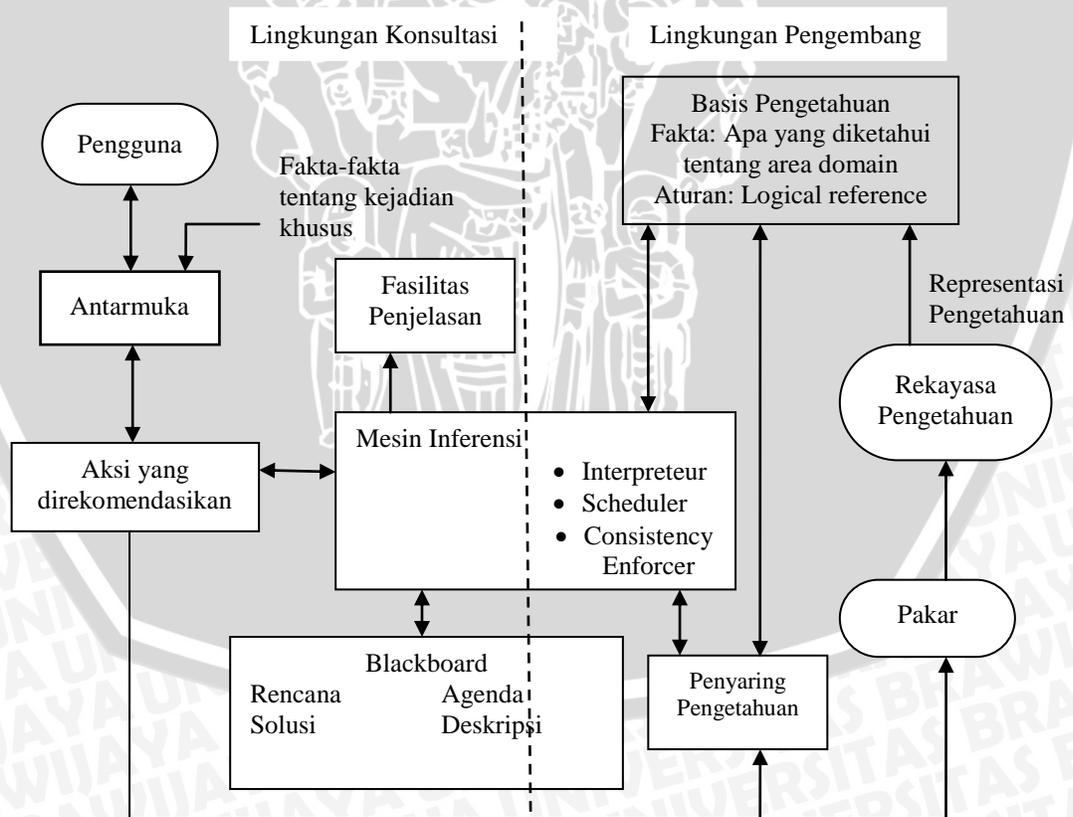
1. Masalah dalam mendapatkan pengetahuan dimana pengetahuan tidak selalu bisa didapatkan dengan mudah, karena kadang kala pakar dari masalah yang kita buat tidak ada, dan walaupun ada kadang-kadang pendekatan yang dimiliki oleh pakar berbeda-beda.
2. Untuk membuat sistem pakar yang benar-benar berkualitas tinggi sangatlah sulit dan memerlukan biaya yang sangat besar untuk pemeliharaan dan pengembangannya.
3. Boleh jadi sistem tak dapat membuat keputusan.

4. Sistem pakar tidaklah 100% menguntungkan, walaupun seorang tetap tidak sempurna atau tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang secara teliti sebelum digunakan. Dalam hal ini peran manusia tetap merupakan faktor dominan.

### 2.2.7 Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembang (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar.

Komponen-komponen sistem pakar dalam kedua bagian tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini [13]:



**Gambar 2.1** Struktur Sistem Pakar  
Sumber : [13]

### 1. Pengguna (*User*)

Pada umumnya pengguna sistem pakar adalah orang awam yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (*training*) dari berbagai permasalahan yang ada [14:9-10].

### 2. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai [13].

### 3. Akuisisi Pengetahuan atau Penambahan Pengetahuan

Subsistem ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh komputer dan menaruhnya dalam basis pengetahuan dengan format tertentu (dalam bentuk representasi pengetahuan) [14:9-10].

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

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan yang diperlukan untuk memformulasikan, memahami, dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari dua elemen dasar yaitu : fakta dan aturan [14:9-10].

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

Sebuah program yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan basis pengetahuan yang ada, manipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan hingga dicapai suatu kesimpulan [14:9-10].

### 6. Daerah Kerja (*Blackboard*)

Merekam hasil sementara untuk dijadikan keputusan dan untuk menjelaskan masalah yang terjadi. Tiga tipe keputusan yang direkam pada *Blackboard* meliputi: rencana, agenda, dan solusi [14:9-10].

### 7. Fasilitas Penjelasan (*Explanation Subsystem*)

Fasilitas penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem kepada pemakai. Fasilitas penjelas dapat menjelaskan perilaku sistem pakar dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut [13]:

- a. Mengapa pertanyaan tertentu ditanyakan oleh sistem pakar?
- b. Bagaimana kesimpulan tertentu diperoleh?
- c. Mengapa alternatif tertentu ditolak?
- d. Apa rencana untuk memperoleh penyelesaian?

### 8. Sistem Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refining System*)

Memiliki kemampuan menganalisa pengetahuan yang diperlukan dari seorang pakar dan juga untuk mengevaluasi diri sehingga mengetahui alasan kesuksesan dan kegagalan dalam mengambil keputusan [13].

#### 2.2.8. Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan merupakan metode yang digunakan untuk mengkodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar [13]. Metode representasi yang cocok untuk pengetahuan bersifat deklaratif adalah:

##### 1. Logika (*Logic*)

Logika merupakan suatu pengkajian ilmiah tentang serangkaian penalaran, sistem kaidah, dan prosedur yang membantu proses penalaran. PROLOG merupakan bahasa pemrograman yang ideal dalam mengimplementasikan representasi logika [13].

##### 2. Prosedural

Representasi Prosedural, representasi ini menggambarkan pengetahuan sebagai sekumpulan instruksi untuk memecahkan suatu probelam. Dalam system berbasis kaidah, aturan IF – THEN dapat ditafsirkan sebagai sebuah prosedur untuk mencapai tujuan pemecahan problema [13].

### 3. Network

Representasi ini menangkap pengetahuan sebagai sebuah graph di mana node – nodenya menggambarkan objek atau konsep dalam problema yang dihadapi, sedangkan lengkungan – lengkungannya menggambarkan hubungan atau asosiasi antara mereka. Contoh representasi network antara lain jaringan semantic dan graf [13].

### 4. Terstruktur

Bahasa – bahasa representasi terstruktur memperluas jaringan dengan membuat setiap nodenya menjadi sebuah struktur data kompleks yang berisi tempat – tempat bernama dengan nilai tertentu. Nilai – nilai ini dapat berupa data numeric atau simbolik sederhana, pointer ke frame (bingkai) lain, atau bahkan merupakan prosedur untuk mengerjakan tugas tertentu. Contoh dari representasi ini adalah skrip (*script*), frame dan objek (*object*) [13].

Sedangkan representasi yang cocok untuk pengetahuan prosedural (ada aksi dan reaksi) adalah kaidah produksi (*Production Rule*) [14]. Kaidah produksi adalah kaidah yang menyediakan cara formal untuk mempresentasikan rekomendasi, arahan, atau strategi. Kaidah produksi dituliskan dalam bentuk jika-maka (*if-then*). Kaidah *if-then* menghubungkan anteseden (*antecedent*) dengan konsekuensi yang diakibatkannya [13].

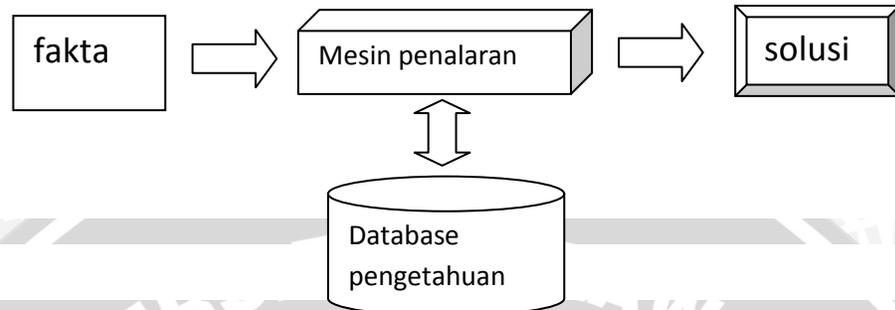
#### 2.2.9. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu di dalam domain tertentu. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu [13]:

##### 1. Penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*)

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk *if-then*. Bentuk ini digunakan apabila kita memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu, dan pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Disamping itu,

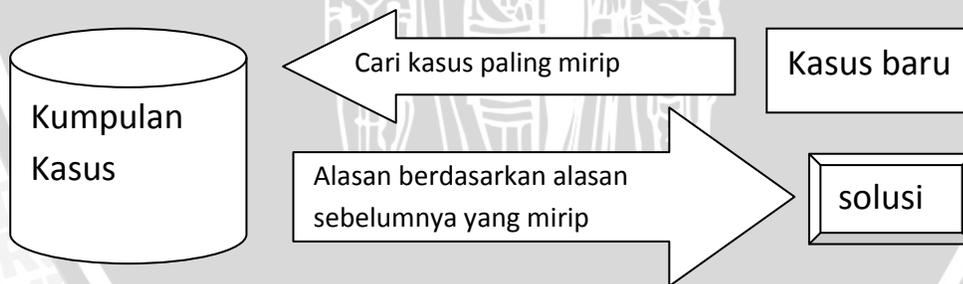
juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah-langkah) pencapaian solusi.



**Gambar 2.2** Proses *Rule-Based Reasoning*  
**Sumber :** [15]

2. Penalaran berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*).

Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini akan digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.



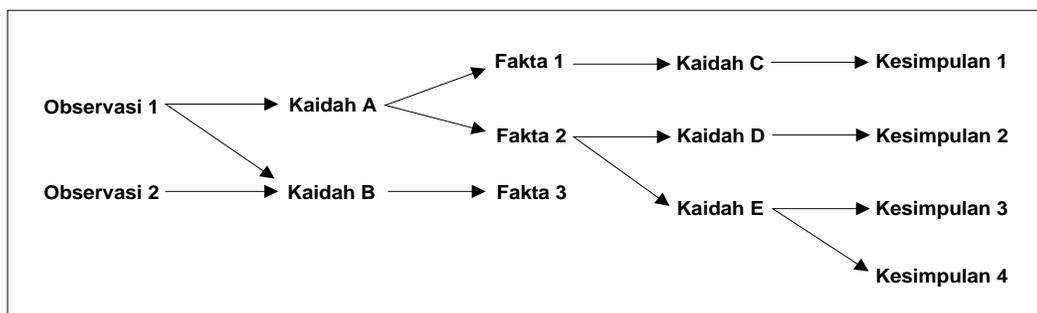
**Gambar 2.3** Proses *Case-Based Reasoning*  
**Sumber :** [15]

**2.2.10. Metode Inferensi**

Inferensi merupakan proses untuk menghasilkan informasi dari fakta yang diketahui atau diasumsikan. Proses inferensi dalam sistem pakar disebut mesin inferensi. Berikut adalah dua jenis metode inferensi [14].

### 2.2.10.1. Forward Chaining

Teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian dicocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari aturan *IF-THEN*. Bila ada aturan yang cocok dengan bagian *IF*, maka aturan tersebut dieksekusi. Bila aturan dieksekusi maka sebuah fakta baru (bagian *THEN*) ditambahkan ke dalam basis data. Pencocokan dimulai dari aturan teratas dan setiap aturan hanya boleh dieksekusi sekali. Alur metode inferensi *Forward Chaining* terlihat seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.4 Alur Metode Forward Chaining

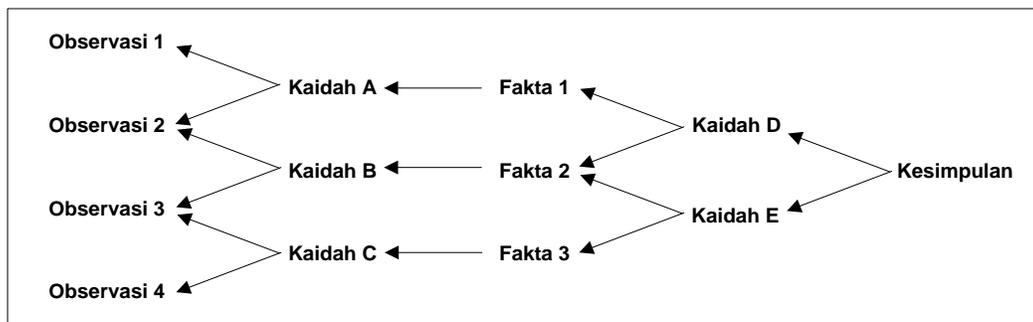
Sumber : [16]

Berdasarkan Gambar 2.4 Observasi adalah kegiatan yang para dokter lakukan untuk melakukan rekaman jantung pada pasien, lalu melihat pola yang dihasilkan dari rekaman tersebut (kaidah). sehingga menghasilkan bahwa pasien tersebut mengalami penyakit jantung (fakta). Para dokter akan menyempurnakan observasi dengan melakukan pengolahan data rekaman jantung agar dapat membuat kesimpulan seberapa besar seseorang mempunyai resiko mengalami SCD (Kesimpulan).

### 2.2.10.2. Backward Chaining

Metode inferensi yang bekerja mundur ke arah kondisi awal. Proses diawali dari *goal* (yang berada pada bagian *THEN* dari aturan *IF-THEN*), kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis di bagian *IF*. Jika cocok, maka aturan dieksekusi, kemudian hipotesis di bagian *THEN* ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika tidak cocok simpan premis di bagian *IF* ke dalam *subgoal*. Proses berakhir jika *goal* ditemukan

atau tidak ada aturan yang bisa membuktikan kebenaran *subgoal* atau *goal*. Alur metode inferensi *Backward Chaining* terlihat seperti Gambar 2.3.



**Gambar 2.5** Alur Metode Backward Chaining  
Sumber :[16]

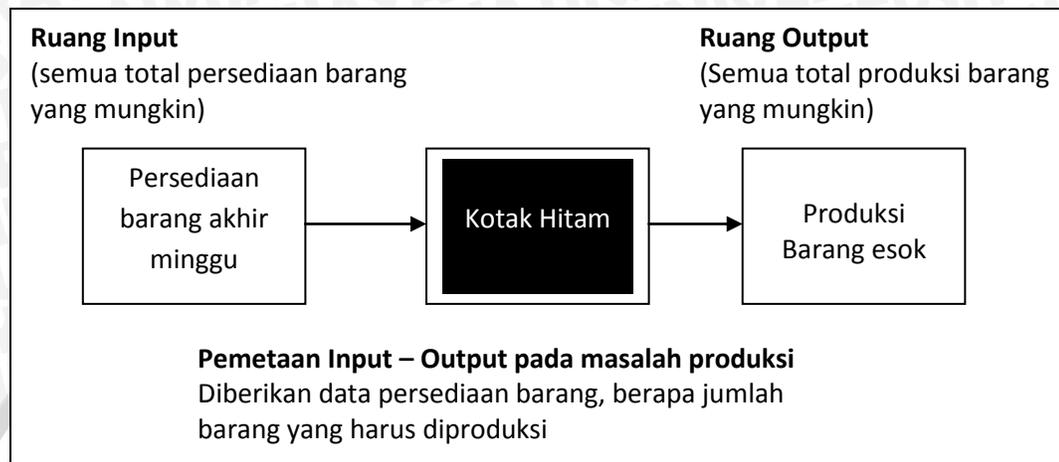
Berdasarkan Gambar 2.5 maka didapat penjelasan bahwa ketika para dokter mengetahui (kesimpulan) seberapa besar resiko pasien mengalami SCD, dokter akan melakukan penelitian terhadap rekaman jantung dari pasien(kaidah) lalu akan mendapatkan fakta bahwa seseorang yang mempunyai besar resiko seperti pasien mempunyai pola rekaman jantung seperti yang ditunjukkan. Dari fakta ini para dokter akan menyarankan pada pasien yang mempunyai resiko mengalami SCD yang besar agar bersedia untuk ditanamkan ICD.

### 2.3. Definisi Logika Samar (*Fuzzy Logic*)

*Fuzzy* dapat diartikan sebagai hal yang bersifat kabur atau samar-samar. Sehingga dalam suatu saat bisa saja suatu nilai dapat bernilai benar dan salah secara bersamaan. Dalam logika *fuzzy* dikenal istilah derajat keanggotaan yang bernilai 0 sampai dengan 1. Nilai tersebut yang nantinya akan memberikan keberadaan dan kesalahan suatu nilai yang bergantung pada keanggotaan yang dimiliki. Logika *fuzzy* digunakan untuk mempresentasikan masalah yang mengandung ketidakpastian dalam sebuah bahasa yang dipahami oleh komputer [9].

Pengertian lain menjelaskan bahwa logika *fuzzy* adalah cara yang digunakan dengan baik untuk memetakan suatu ruang input ke dalam ruang output. *Fuzzy* dinyatakan dalam sebuah derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Sehingga

sesuatu dapat dinyatakan dalam kondisi benar dan salah pada waktu yang bersamaan, berikut merupakan contoh pemetaan yang dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut [9].



**Gambar 2.6** Pemetaan input output

Sumber: [9]

Alasan penggunaan logika *fuzzy* yaitu :

1. Logika fuzzy sangat fleksibel dan mudah untuk dipahami.
2. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
3. Logika fuzzy dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional serta mampu memodelkan fungsi-fungsi non linier yang sangat kompleks.
4. Logika fuzzy dapat mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar tanpa harus melalui proses pelatihan [17].

#### 2.4. Himpunan *fuzzy*

Himpunan fuzzy merupakan pengelompokan suatu hal berdasarkan variable bahasa (lingustik variable), yang dinyatakan sebagai fungsi keanggotaan pada semesta U. Keanggotaan suatu nilai pada sebuah himpunan dinyatakan dalam derajat keanggotaan, yang memiliki nilai antara 0.0 sampai 1.0.

Himpunan fuzzy didasarkan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut dapat mencakup bilangan real. Nilai keanggotaan menunjukkan bahwa suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah, di

mana nilai 0 menunjukkan bahwa item bernilai salah dan nilai 1 menunjukkan bahwa item tersebut bernilai benar, serta masih terdapat nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah. Atribut himpunan fuzzy[9]:

### 1. **Lingustik**

Linguistik yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami dan biasanya ditulis menggunakan huruf besar.

Contoh: MUDA, TUA.

### 2. **Numeris**

Numeris yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variable. Contoh: 10, 25, 30, dsb. Suatu jimpunan fuzzy A dalam semesta pembicaraan X dinyatakan dengan fungsi keanggotaan  $\mu_A$  yang mempunyai nilai dalam interval. Proses untuk mendapat derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy disebut fuzzifikasi[9:6].

### 2.5. **Fungsi Keanggotaan**

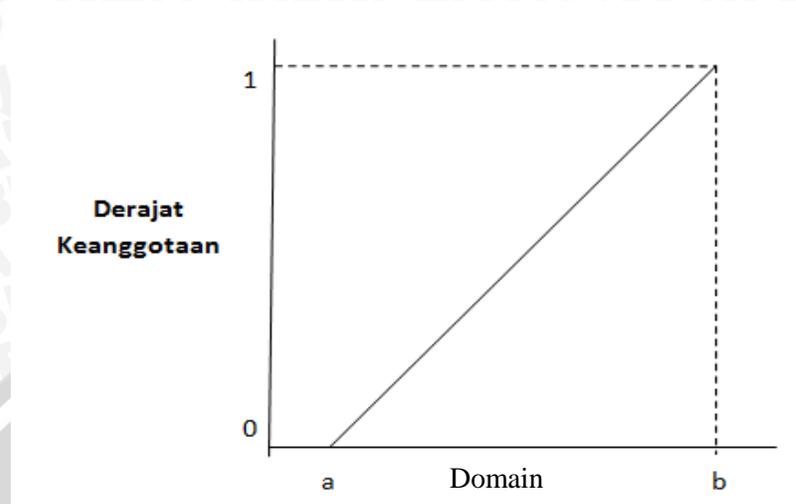
Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan input data ke dalam nilai anggotanya (derajat keanggotaan). Fungsi keanggotaan memiliki interval antara 0 sampai 1. Pendekatan fungsi adalah salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan salah satunya adalah Representasi Linear:

#### 2.5.1. **Representasi Linear**

Di dalam representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaan digambarkan sebagai suatu garis lurus. Representasi linier adalah bentuk yang paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik. Ada 2 keadaan himpunan fuzzy linier, yaitu:

#### 1. **Representasi Linier Naik**

Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi [9].

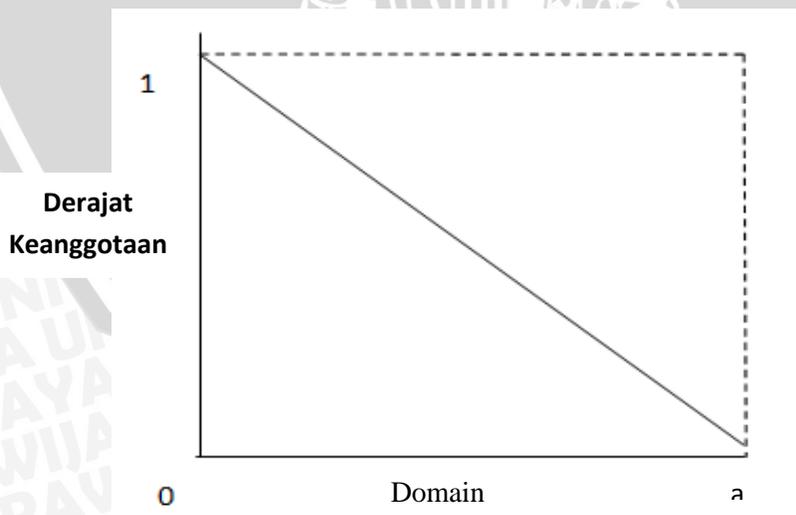


Gambar 2.7 Representasi linier naik  
Sumber :[9]

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

2. Representasi Linear Turun

Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah [9].

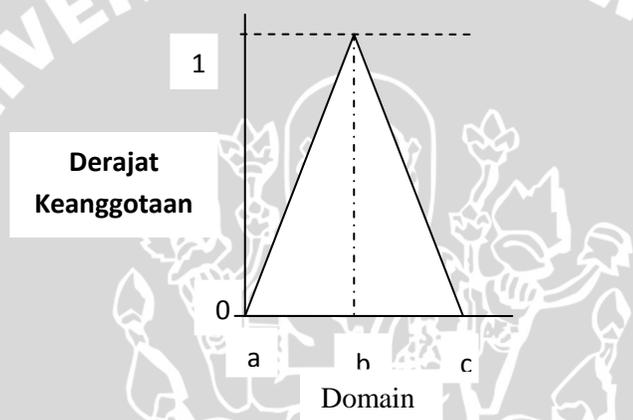


Gambar 2.8 Representasi linier turun  
Sumber :[9]

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

**3. Representasi Kurva Segitiga**

Kurva segitiga merupakan gabungan antara 2 garis linear [15]. Fungsi keanggotaan:

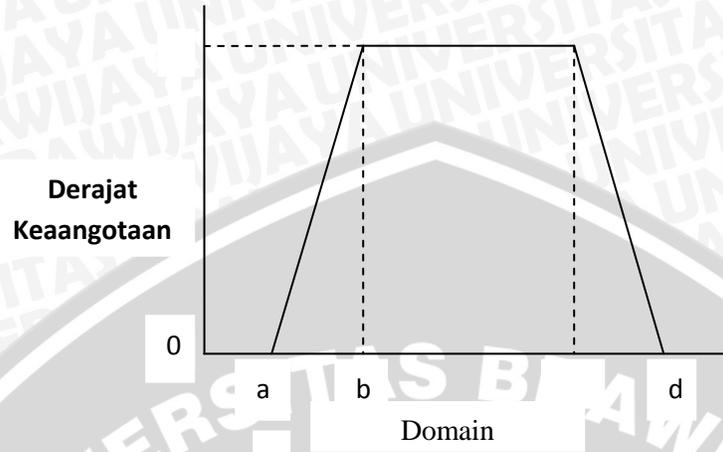


**Gambar 2.9** Representasi kurva segitiga  
**Sumber :**[9]

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

**4. Representasi Kurva Trapesium**

Memiliki bentuk layaknya kurva segitiga, namun terdapat beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan [9]. Fungsi keanggotaan:



Gambar 2.10 Representasi kurva trapezium  
Sumber :[9]

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{b-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2-4)$$

2.6. Operator Fuzzy

Ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasikan dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari dua operasi dua himpunan yang dikenal dengan nama  $\alpha$ -predikat. Berikut adalah operator – operator fuzzy[17] :

A. **Komplemen (Negasi)**  $\mu_A' = 1 - \mu_A[x]$

Operasi komplemen pada himpunan fuzzy adalah sebagai hasil operasi dengan **operator NOT** diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1

B. **Irisan (Intersection)**  $\mu_A \cap_B = \min (\mu_A[x], \mu_B[x])$

Operasi irisan (*intersection*) pada himpunan fuzzy adalah sebagai hasil operasi dengan **operator AND** diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan – himpunan yang bersangkutan.

C. **Gabungan (Union)  $\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[x])$**

Operasi gabungan (*union*) pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan **operator OR** diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan himpunan yang bersangkutan.

**2.7. Jenis Metode Inferensi Fuzzy**

Metode inferensi fuzzy mempunyai 3 jenis metode, yaitu :

- Fuzzy Tsukamoto
- Fuzzy Mamdani
- Fuzzy Sugeno

Setiap metode mempunyai keunggulan masing – masing. Oleh karena itu jika penggunaan metode diterapkan pada tempat yang tepat akan menghasilkan keakuratan yang sangat baik. Jadi untuk penentuan metode yang akan dipakai harus mengetahui keunggulan dan kelemahan dari metode tersebut. Tabel 2.1 akan menjelaskan perbedaan dari masing – masing metode.

**Tabel 2.1** Perbedaan Metode Fuzzy

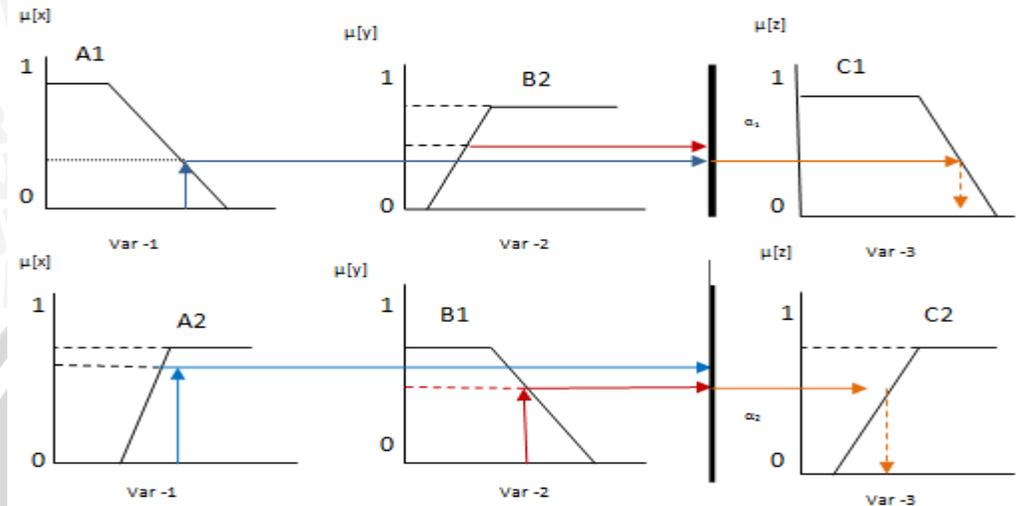
Penalaran	Input	Output	Defuzzifikasi	Penggunaan
Tsukamoto	Himpunan Fuzzy	Himpunan Fuzzy	Weighted Average	Humanis Controll
Mamdani	Himpunan Fuzzy	Himpunan Fuzzy	Cog Lom Som Mom Bisector	Humanis
Sugeno	Himpunan Fuzzy	- Konstanta - Linear (orde 1)	Weighted Average	Controll

**Sumber :** [24]

**2.8. Metode Inferensi Fuzzy Tsukamoto**

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ - predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh

dengan menggunakan rata-rata terbobot. Berikut gambar inferensi dengan menggunakan Metode Tsukamoto[17].Berikut gambar inferensi dengan menggunakan Metode Tsukamoto[17]:



**Gambar 2.11** Metode inferensi Fuzzy Tsukamoto  
**Sumber:** [9:34]

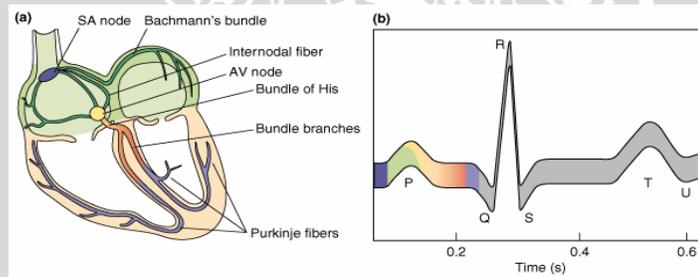
Pada metode Tsukamoto menurut gambar diatas operasi himpunan yang digunakan adalah konjungsi (AND), maka nilai keanggotaan anteseden dari aturan fuzzy [R1] adalah irisan dari nilai keanggotaan A1 dari Var-1 dengan nilai keanggotaan B1 dari Var-2. Menurut teori operasi himpunan, maka nilai keanggotaan anteseden dari operasi konjungsi (And) dari aturan fuzzy [R1] adalah nilai minimum antara nilai keanggotaan A1 dari Var-1 dan nilai keanggotaan B2 dari Var-2[9].

Demikian pula nilai keanggotaan anteseden dari aturan fuzzy [R2] adalah nilai minimum antara nilai keanggotaan A2 dari Var-1 dengan nilai keanggotaan B1 dari Var-2. Selanjutnya, nilai keanggotaan anteseden dari aturan fuzzy [R1] dan [R2] masing-masing disebut dengan  $\alpha_1$  dan  $\alpha_2$ . Nilai  $\alpha_1$  dan  $\alpha_2$  kemudian disubstitusikan pada fungsi keanggotaan himpunan C1 dan C2 sesuai aturan fuzzy [R1] dan [R2] untuk memperoleh nilai z1 dan z2, yaitu nilai z (nilai perkiraanproduksi) untuk aturan fuzzy [R1] dan [R2]. Untuk memperoleh nilai output risp/nilai tegas Z, dicari dengan cara mengubah input (berupa himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut[9].

## 2.9 Siklus Jantung (*CARDIAC CYCLE*)

Aktivitas jantung yang dimulai dari keadaan istirahat, kemudian kontraksi atrium, disusul kontraksi ventrikel, dan kembali istirahat merupakan suatu siklus yang berulang terus menerus sepanjang hidup. Aktivitas kelistrikan yang mengatur siklus kerja jantung ini dapat direkam dengan menggunakan alat yang disebut elektrokardiograf, dan hasil rekamannya disebut elektrokardiogram yang disingkat ECG. Gambar 2.9 memperlihatkan sebuah contoh rekaman ECG selama satu siklus jantung yaitu dari R ke R berikutnya[18].

Dalam rekaman ECG, satu siklus jantung terdiri atas beberapa gelombang, yaitu gelombang-gelombang P, Q, R, S, T, dan U. Gelombang-gelombang tersebut berhubungan dengan aktivitas listrik yang terjadi di dalam jantung, yang dalam Gambar 2.9 ditunjukkan oleh warna yang sama antara Gambar 2.13.(a) dan Gambar 2.13.(b).



**Gambar 2.12.** Contoh rekaman ECG selama satu siklus jantung

**Sumber :** [18]

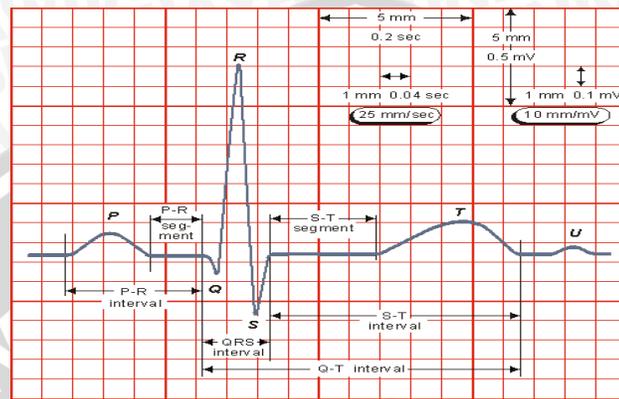
Gelombang P ditimbulkan oleh depolarisasi atrium; gelombang Q, R, dan S yang bersama-sama membentuk kompleks QRS ditimbulkan oleh depolarisasi ventrikel; dan gelombang T ditimbulkan oleh repolarisasi ventrikel. Gelombang U kemungkinan ditimbulkan oleh repolarisasi serabut Purkinje.

## 2.10 *Elektrokardiogram* (ECG)

Dalam sub bab ini akan diuraikan mengenai elektrokardiogram, yaitu meliputi ukuran, skala dan terminologi dalam rekaman ECG dan *heart rate*.

### 2.10.1 Rekaman ECG

ECG adalah suatu gambaran grafis dari beda potensial antara dua titik pada permukaan tubuh. ECG biasanya direkam pada kertas grafik seperti terlihat dalam Gambar 2.14.



**Gambar 2.13.** Ukuran dan skala kertas rekaman ECG

Sumber : [19]

Dalam gambar tersebut terlihat ada dua macam kotak yaitu kotak besar dan kecil. Kotak kecil mempunyai ukuran 1mm x 1mm, dan kotak besar mempunyai ukuran 5mm x 5mm. Dalam ECG ada dua variabel yang digunakan yaitu waktu dan tegangan. Variabel waktu dinyatakan dalam arah mendatar, dan variabel tegangan dalam arah tegak. Skala untuk variabel waktu adalah 0,04s/mm atau 25mm/s. Skala untuk tegangan adalah 0,1mV/mm atau 10mm/mV[19].

Ada beberapa parameter untuk variabel waktu yaitu interval, segmen, dan perioda/*heart rate*. Untuk variabel tegangan, parameternya adalah amplituda dan polaritas. Polaritas ini dilihat berdasarkan garis isoelektrik. Garis isoelektrik adalah garis datar lurus tanpa gelombang apapun. Polaritas positif adalah defleksi gelombang di atas garis isoelektrik (selanjutnya disebut defleksi positif), dan polaritas negatif adalah defleksi gelombang di bawah garis isoelektrik (selanjutnya disebut defleksi negatif).

Tiap-tiap siklus jantung dalam ECG terdiri atas beberapa komponen, yang diberi nama berdasarkan definisi sebagai berikut [19]:

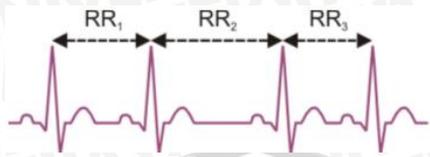
- Gelombang P, yaitu defleksi positif pertama sebelum kompleks QRS.

- Interval PR, diukur dari permulaan gelombang P sampai permulaan defleksi garis isoelektrik berikutnya. Interval ini adalah waktu yang diperlukan impuls listrik dikonduksikan melalui atrium dan Simpul AV sampai mulai timbul depolarisasi ventrikel.
- Kompleks QRS, terdiri atas tiga gelombang yaitu Q, R, dan S. Gelombang Q adalah defleksi negatif pertama sesudah interval PR. Gelombang R adalah defleksi positif pertama sesudah gelombang P. Gelombang S adalah defleksi negatif yang menyertai gelombang R. Pengukuran kompleks QRS dimulai dari permulaan gelombang Q (atau gelombang R jika Q tidak ada) sampai gelombang S mencapai garis isoelektrik (atau tempat gelombang S akan mencapai garis isoelektrik jika garis ini tidak melengkung ke dalam segmen ST).
- Segment ST, yaitu bagian garis yang berlanjut dari ujung gelombang S sampai permulaan gelombang T. Gelombang T, yaitu defleksi (dapat positif atau negatif) yang mengiringi segment ST.

### 2.10.2 Heart Rate (HR)

*Heart Rate* adalah ukuran untuk menyatakan kecepatan denyut jantung, yang dinyatakan dalam jumlah denyut per menit (*beat per minute - bpm*). *Heart rate* dapat diperoleh dari ECG dengan menghitung jumlah gelombang R selama satu menit. Tetapi cara ini sering dianggap kurang praktis, sehingga sering digunakan cara lain yang lebih cepat yaitu misalnya dengan menghitung jumlah gelombang R selama 3 s kemudian hasilnya dikalikan 20[18].

Nilai *heart rate* yang diperoleh dengan cara di atas adalah nilai *heart rate* rata-rata. Disamping nilai *heart rate* rata-rata, terdapat juga nilai *heart rate* sesaat. *Heart rate* sesaat diperoleh dengan cara mengukur durasi interval RR yaitu jarak antara gelombang R dengan gelombang R berikutnya seperti terlihat dalam Gambar 2.13. Nilai *heart rate* (HR) sesaat merupakan kebalikan interval RR dikalikan 60, yaitu:



**Gambar 2.14.** Pengukuran interval RR untuk memperoleh nilai *heart rate* sesaat  
**Sumber :** [18]

$$HR = \frac{60}{RR} \text{ bpm} \dots\dots\dots(2-6)$$

Dalam Persamaan (2.6), satuan untuk interval RR adalah s (*second* ). Disamping dalam satuan s, interval RR dapat juga dinyatakan dalam satuan kotak (kecil) pada kertas ECG. Karena 1 kotak kecil sama dengan 0,04 s; maka Persamaan (2.6) dapat juga dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$HR = \frac{60}{0,04 RR_{(kotak)}} = \frac{1500}{RR_{(kotak)}} \text{ bpm} \dots\dots\dots(2-7)$$

Nilai interval RR (RRI) yang normal berada dalam suatu rentang tertentu, yaitu  $300\text{ms} < \text{RRI} < 2000\text{ms}$ . Jika nilai interval RR di luar rentang tersebut maka berarti terjadi kesalahan dalam pendeteksian gelombang R. Karakteristik lainnya untuk interval RR yang salah adalah terjadinya perubahan lebih besar 20% dari  $\text{RRI}_n$  ke  $\text{RRI}_{n+1}$ .

**2.11 Heart Rate Variability (HRV)**

Pada kondisi normal tanpa ada pengaruh dari luar, besarnya *heart rate* intrinsik dalam keadaan istirahat adalah sekitar 90 bpm. Nilai *heart rate* ini dapat mengalami perubahan, baik perubahan yang bersifat fisiologis maupun patofisiologis. Nilai *heart rate* yang berubah secara terus menerus memperlihatkan adanya *Heart Rate Variability*. *Heart Rate Variability* adalah suatu ukuran untuk menggambarkan variasi nilai *heart rate* yang dinyatakan sebagai variasi interval antara detak-detak jantung (variasi nilai interval RR) secara berurutan[18].

## 2.12 Basis Data Holter Mati Jantung Mendadak (*SCD Holter Database*)

Basis data MIT/BIH adalah sebuah basis data digital sinyal ECG yang dibuat di Laboratorium *Beth Israel Deaconess Medical Center* dan *Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology*, mulai tahun 1975. Produk pertamanya adalah basis data MIT/BIH *arrhythmia* yang telah disebar luaskan sejak tahun 1980. Tujuan pembuatan basis data ini adalah untuk standar pengujian berbagai hal yang berhubungan dengan pendeteksian aritmia jantung, dan telah digunakan di 500 lokasi penelitian mengenai dinamika sinyal ECG diseluruh dunia. Pada awalnya basis data ini disimpan dalam sebuah pita perekam digital 9 track dengan resolusi 800 dan 1600 bpi (bit per inch), tapi sejak tahun 1989, sampai dengan saat ini basis data MIT/BIH disimpan dalam CD-ROM, dan sebagian diantaranya disebarluaskan secara bebas di jaringan internet melalui situs yang beralamat di <http://physionet.org>

Situs ini dikelola oleh sekelompok orang yang mempunyai keahlian beragam, yaitu terdiri atas peneliti biomedik, dokter klinik (*clinicians*), ahli komputer, ahli fisika, ahli matematika, dan staf pengajar dari berbagai universitas terkemuka di Amerika yaitu MIT (Cambridge, MA, USA), Beth Israel Deaconess Medical Center/Harvard Medical School (Boston, MA, USA), Boston University (Boston, MA, USA), dan McGill University (Montréal, QC, Canada). Banyak diantara mereka telah bekerja bersama selama lebih dari 20 tahun dalam permasalahan yang berhubungan dengan usaha mengkarakterisasi dan memahami dinamika fisiologi manusia dan implikasi perubahan dinamik dalam diagnosis dan perawatan (*treatment*) patofisiologi. Basis data dari [physionet.org](http://physionet.org) ini telah digunakan di lebih dari 500 pusat penelitian di seluruh dunia [20].

## 2.13 Metode Analisis HRV *Poincaré Plot of RR Interval Differences*

*Poincaré Plot Interval RR* merupakan salah satu metode analisis HRV. Setiap titik dalam *Poincaré Plot Interval RR* merupakan hasil plotting dari interval RR saat ini ( $RRI_n$ ) yang menyatakan nilai sumbu x dan interval RR berikutnya ( $RRI_{n+1}$ ) yang menyatakan nilai sumbu y. Jadi setiap titik dalam *Poincaré Plot Interval RR* menggunakan pasangan dua interval RR berurutan (duplets), dengan asumsi bahwa

detak jantung yang sekarang dipengaruhi oleh hanya satu detak jantung sebelumnya saja [7].

Pada *Poincaré Plot of RR Interval Differences*, teknik analisis HRV menggunakan Poincaré Plot yang setiap titiknya berasal dari pasangan tiga interval RR berurutan (triplets). Interval RR triplets ini diperoleh dari empat detak jantung berurutan. Karena setiap titiknya menggunakan lebih banyak interval RR, yaitu triplets, maka diduga teknik analisis ini akan memberikan lebih banyak informasi bila dibandingkan dengan yang menggunakan interval RR duplets [7].

**Pencarian data menggunakan PORRID :**

**1. Mendeteksi gelombang R**

Pendeteksian gelombang R dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Waveform Database Application Program (WFDB AP)* dari [physionet.org](http://physionet.org).

**2. Menghitung interval RR dan menyusun deret interval RR terurut waktu**

Setelah posisi setiap gelombang R dalam waktu ditentukan, selanjutnya dilakukan penghitungan interval RR dengan menggunakan perangkat lunak *WFDB AP*. Interval RR diperoleh sebagai selisih antara waktu terjadinya dua gelombang R berdekatan, yang dilakukan secara berurutan pada semua gelombang R yang diperoleh dalam langkah 1, yaitu:

$$RRI_n = t_{n+1} - t_n$$

dengan  $RR_n$  adalah interval RR ke n,  $t_n$  adalah waktu ke n, dan  $t_{n+1}$  adalah waktu ke n+1. Semua interval RR yang ada disusun terurut waktu sehingga menghasilkan vektor data interval RR:

$$\overline{RRI} = (RRI_1, RRI_2, \dots, RRI_N) \dots\dots\dots(2-8)$$

Dari vektor data interval RR selanjutnya dibuat vektor data  $\overline{RRI}_n$  dan  $\overline{RRI}_{n+1}$  :

$$\overline{RRI}_n = (RRI_1, RRI_2, \dots, RRI_{N-1}) \dots\dots\dots(2-9)$$

$$\overline{RRI}_{n+1} = (RRI_2, RRI_3, \dots, RRI_N) \dots\dots\dots(2-10)$$

Selisih antara dua vektor terakhir ini adalah vektor data selisih interval RR sebagai berikut :

$$\overline{\Delta RRI} = \overline{RRI}_{n+1} - \overline{RRI}_n = (\Delta RRI_1, \Delta RRI_2, \dots, \Delta RRI_M) \dots\dots\dots(2-11)$$

dengan  $M = N-1$ .

Dari vektor data selisih interval RR dalam Persamaan (2.11) dibuat vektor data selisih interval RR  $\overline{\Delta RRI}_n$  dan  $\overline{\Delta RRI}_{n+1}$ :

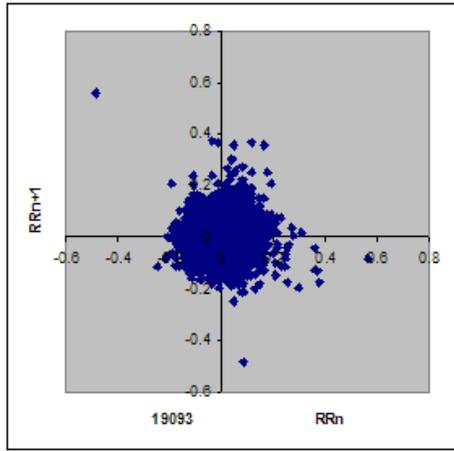
$$\overline{\Delta RRI}_n = (\Delta RRI_1, \Delta RRI_2, \dots, \Delta RRI_{M-1}) \dots\dots\dots(2-12)$$

$$\overline{\Delta RRI}_{n-1} = (\Delta RRI_1, \Delta RRI_2, \dots, \Delta RRI_M) \dots\dots\dots(2-13)$$

Setiap pasangan selisih interval RR tersebut diplot dengan  $\Delta RRI_n$  sebagai absis dan  $\Delta RRI_{n+1}$  sebagai kordinat sehingga menghasilkan titik:

$$P_n = (\Delta RRI_n, \Delta RRI_{n+1}) \dots\dots\dots(2-14)$$

Ploting titik-titik ini dinamakan Poincaré Plot Selisih Interval RR (*Poincaré Plot of RR Interval Differences*), yang selanjutnya disebut dengan singkatan bahasa Inggrisnya yaitu PORRID.



Gambar 2.15. Poincaré Plot of Interval RR Differences  
Sumber : [7]

**2.14 Mati Jantung Mendadak (*Sudden Cardian Death - SCD*)**

SCD (Mati Jantung Mendadak) adalah kematian yang tidak terduga karena adanya masalah pada jantung, yang terjadi dalam selang waktu yang singkat (umumnya satu jam dari mulai terjadinya gejala pada jantung) pada seseorang dengan penyakit jantung yang diketahui ataupun tidak diketahui [1]. Banyak kasus SCD

berhubungan dengan aritmia jantung. Sekitar setengah dari kematian jantung dapat diklasifikasikan sebagai SCD.

Mekanisme paling banyak yang mendahului SCD adalah fibrilasi ventrikuler (VF). Dalam penelitian Bayes de Luna, dari 157 pasien yang mengalami SCD sewaktu direkam menggunakan Holter, menunjukkan [4]:

- 62,4% mengalami VF
- 16,5 % mengalami *bradyarrhythmia*
- 12,7% mengalami *torsades de pointes*
- 8,3% mengalami *primary VT*

Interupsi takiaritmia, baik dengan menggunakan *automatic external defibrillator* (AED) ataupun *implantable cardioverter defibrillator* (ICD), merupakan tindakan yang efektif untuk VF dan VT [5]. ICD telah menjadi faktor terapi sentral dalam pencegahan SCD.

Beberapa faktor risiko utama yang mempengaruhi terjadinya SCD antara lain [21: 42]:

- Pernah mengalami henti jantung
- VT spontan terus-menerus
- VT spontan tidak terus-menerus
- Riwayat SCD dilingkungan keluarga
- *Syncope*
- Ketebalan LV  $\geq 30$ mm

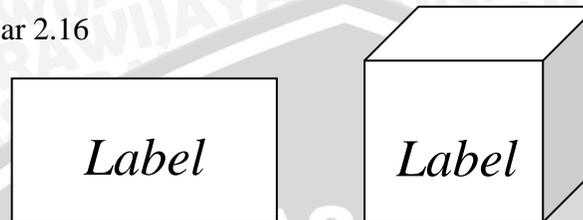
### 2.15 Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) adalah sebuah metode dalam pemodelan sebuah system yang bertujuan untuk menggambarkan sebuah system secara terstruktur. Proses aliran data dijelaskan dengan menggunakan symbol atau notasi tertentu sedangkan untuk mendeskripsikan proses dekomposisi system yang lebih rinci atau dekomposisi [22:85].

Berikut ini adalah symbol – symbol yang digunakan dalam DFD [22:2-8] :

- **Terminator / Entitas Luar**

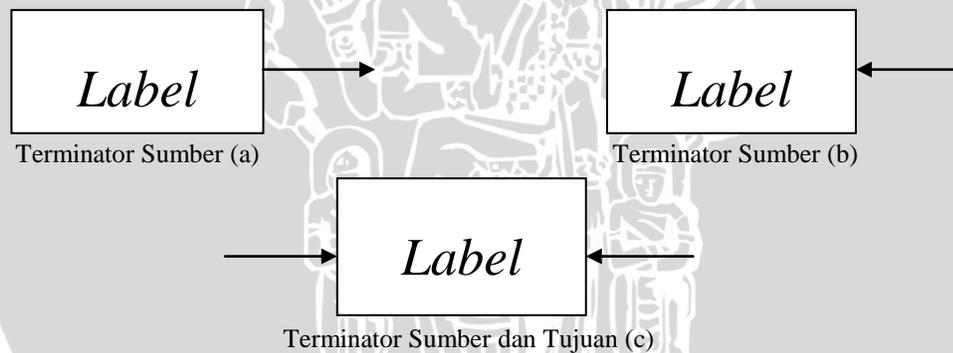
Terminator / Entitas Luar merupakan suatu entitas yang berkomunikasi dengan system yang dibuat. Simbol terminator ditunjukkan pada Gambar 2.16



**Gambar 2.16** Simbol Terminator  
Sumber : [22:88]

Terminator dibagi menjadi 2 jenis yaitu [23:2] :

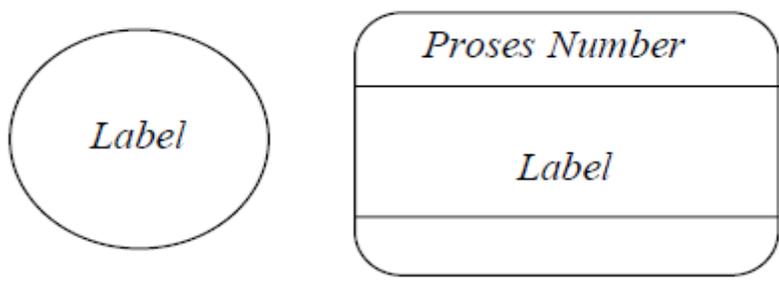
- Terminator Sumber (source) adalah terminator yang menjadi sumber system, ditunjukkan pada Gambar 2.17(a).
- Terminator Tujuan (sink) adalah terminator yang menjadi tujuan data / informasi system, ditunjukkan pada Gambar 2.17(b).



**Gambar 2.17** Jenis Terminator  
Sumber : [23:2]

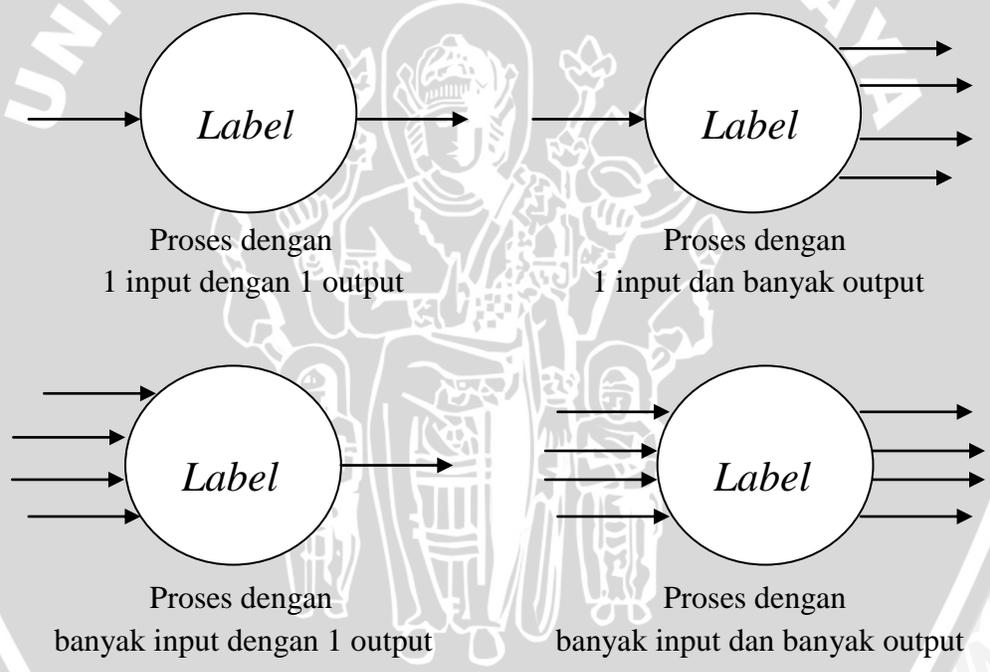
- **Proses**

Proses merupakan suatu gambaran bagian dari system yang dibuat dengan mengubah input menjadi output, symbol proses dapat dilihat pada Gambar 2.18. Pemberian nama pada proses bertujuan untuk menjelaskan perubahan kegiatan / proses yang akan atau sedang terjadi.



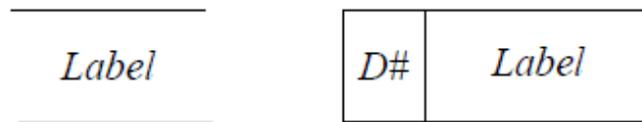
**Gambar 2.18** Simbol Proses  
**Sumber :** [22:86]

Proses dapat dibedakan menjadi 4 kemungkinan terjadinya proses yang dapat dilihat pada Gambar 2.19 [22:3]



**Gambar 2.19** Jenis Proses  
**Sumber :** [23:3]

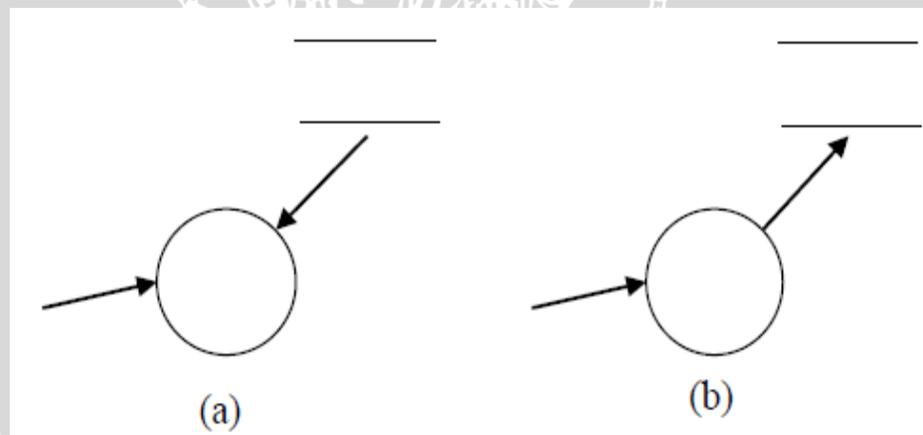
- **Data Store**  
 Data store merupakan suatu komponen yang digunakan untuk pembuatan model kumpulan data pada system yang dibangun, symbol proses dapat dilihat pada Gambar 2.19



**Gambar 2.20** Simbol Data Store  
**Sumber :** [22:87]

Berdasarkan aliran data, data store dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu [20:5] :

- Alur data dari data store, yang merupakan pengaksesan data dalam system tetapi tidak terjadi perubahan dalam data store, ditunjukkan pada Gambar 2.19(a).
- Alur data ke data store, yang merupakan pengupdatean data dalam system sehingga terjadi perubahan dalam data store seperti menghapus atau mengubah data dalam system, ditunjukkan pada Gambar 2.19(b).

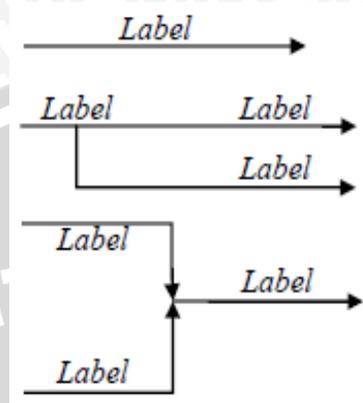


**Gambar 2.21** Jenis Data Store  
**Sumber :** [23:5]

• **Data Flow**

Data flow merupakan alur data yang digunakan untuk menjelaskan proses aliran data yang digambarkan dengan anak panah sekaligus

menunjukkan arah aliran data menuju atau keluar dari proses. Simbol data flow dapat dilihat pada Gambar 2.20[23:6-8].

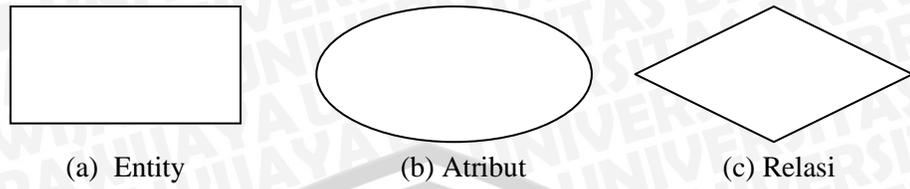


**Gambar 2.22** Simbol Data Flow  
Sumber : [22:87]

### 2.16 Entity Relationship Diagram (ERD)

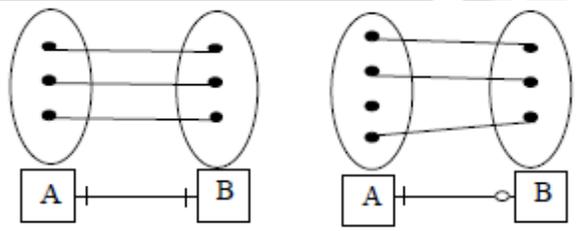
*Entity Relation Diagram* (ERD) adalah suatu cara untuk menggambarkan struktur data dan desain system database yang digunakan untuk pemodelan data pada suatu system. ERD menggunakan sejumlah notasi atau symbol untuk menggambarkan struktur dan hubungan antar data. Ada tiga komponen utama pada ERD seperti yang ditunjukkan Gambar 2.21 yaitu [22: 127-133] :

- **Entitas**  
Entitas merupakan perwakilan dari orang, tempat, benda, peristiwa, atau konsep yang dibutuhkan untuk menyimpan data.
- **Atribut**  
Atribut merupakan element yang dimiliki oleh entitas. Atribut terdapat beberapa macam seperti *primary key*, *foreign key*, *candidate key*, *group*, dan *subsetting criteria*.
- **Relasi**  
Relasi merupakan hubungan antara satu entitas atau lebih entitas. Relasi dibagi menjadi 3 macam yaitu one-to-one, one-to-many dan many-to-many. Gambar 2.21 merupakan contoh dari relasi.

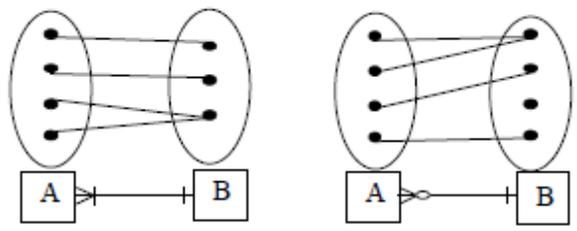


**Gambar 2.23** Simbol ERD  
**Sumber :** [22:128]

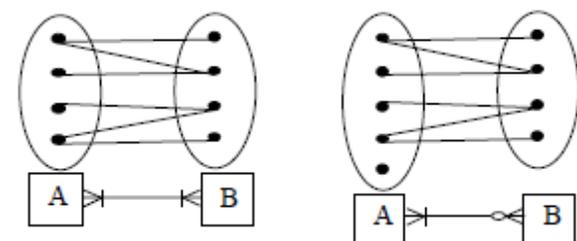
(a) Relasi Satu Ke Satu  
 (One to One)



(b) Relasi Satu ke Banyak  
 (One to Many)



(c) Relasi Banyak ke Banyak  
 (many to Many)



**Gambar 2.24** Macam – macam Relasi  
**Sumber :** [22:130]