

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori penunjang yang mendasari dalam membahas permasalahan, yaitu mengenai Sistem Pakar, *Forward Chaining*, Logika Fuzzy, *Fuzzy Inference System*, Metode Penalaran Fuzzy Sugeno, dan faktor kepastian penyakit pada bagian Abdomen dengan gejala-gejalanya.

2.1 *State of the Art*

Penelitian yang berkaitan dengan sistem pakar pada bidang kedokteran telah dilakukan dengan menggunakan salah satu metode yaitu metode Faktor Kepastian atau Logika *Fuzzy*, dan beberapa objek penelitian sebagai berikut.

Penelitian yang berjudul Sistem Pakar Mendiagnosis Gangguan Jiwa Skiofrenia menggunakan Metode Fuzzy Expert System yang dilakukan oleh Alfian Angga Pradika(2012) membahas mengenai sistem pakar mendiagnosa jenis gangguan mental dari Sindrom Skizofrenia. Sistem ini menggunakan Metode Fuzzy Logic. Metode ini melacak setiap gejala yang dialami oleh pasien Sindrom Skizofrenia dan mencocokkan gejala dengan aturan yang ada untuk menghasilkan diagnosa. Hasil pengujian diagnosa dengan basis pengetahuan menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi jenis gangguan mental pada Sindrom Skizofrenia dengan akurasi 87,5%. Sistem ini juga memberikan pengobatan berdasarkan jenis Skizofrenia yang dialami oleh pasien.

Penelitian yang berjudul Sistem Pakar Penyakit Kulit pada Manusia Menggunakan Metode Certain Factor Berbasis Web oleh Sri Yastita (2012) membahas mengenai diagnosa Penyakit Kulit. Aplikasi ini menggunakan Metode Certain Factor, implementasinya menggunakan bahasa pemrograman PHP, dan penyimpanan data pendukungnya MySQL. Aplikasi ini menampilkan gejala-gejala dari setiap penyakit dimana hasil akhir aplikasi berupa jenis penyakit berdasarkan input-an gejala yang

dipilih. Berdasarkan hasil analisa menggunakan teknik sampling menunjukkan hasil 73,15% sama dengan hasil yang diberikan dokter ahli.

Penelitian yang dilakukan oleh Fazel Zarandi (2010) dengan artikel yang berjudul *A Fuzzy Rule-Based Expert System for Diagnosing Asthma* membahas mengenai pengembangan sistem pakar untuk diagnosa Penyakit Asma dengan menggunakan Metode Fuzzy Logic. Representasi pengetahuan dilakukan dengan aturan produksi. Metode Inferensi *Fuzzy* yang digunakan adalah Metode Mamdani dan Metode Defuzifikasi yang digunakan adalah Metode Centroid. Metode pengujian yang digunakan adalah metode verifikasi dan validasi. Hasil pengujian terhadap 53 pasien asma dan 53 pasien non asma dari Imam Khomeini Hospital dan Masih Daneshvari di Tehran, Iran, dengan nilai *cut-off* 0,7 menunjukkan tingkat ketepatan sebesar 100% dan tingkat respon 94%.

Penelitian yang dilakukan oleh Putu Manik Prihatini (2012) dengan artikel yang berjudul *Fuzzy Expert System for Tropical Infectious Disease by Certain Factor* membahas mengenai Penyakit Tropical Infectious. Sistem pakar menggunakan Metode Fuzzy Logic untuk menangani kesamaran gejala yang dirasakan pasien dan Metode Certain Factor untuk menangani hubungan antara gejala dengan penyakit. Metode Fuzzy Logic diawali dengan akuisisi pengetahuan untuk menghasilkan fakta dan aturan, proses implikasi, komposisi, dan defuzifikasi. Hasil defuzifikasi digunakan dalam perhitungan faktor kepastian sekuensial dan gabungan yang menyatakan prosentase kepercayaan dari diagnosa penyakit yang diderita pasien. Hasil diagnosis antara pakar dengan sistem pakar terhadap kasus yang diberikan menunjukkan sistem memiliki kesamaan diagnosa dengan pakar sebesar 93.99%.

Penelitian yang dilakukan oleh Rupinder Kaur (2014) dengan artikel yang berjudul *Hypertension Diagnosis Using Fuzzy Expert System* membahas mengenai diagnosa Penyakit Hipertensi dengan menggunakan pendekatan Fuzzy Logic. Variabel *input* yang digunakan yaitu tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, usia, dan indeks masa tubuh sedangkan resiko hipertensi digunakan sebagai *output* yang menunjukkan kepada pasien mengenai resiko hipertensi. Sistem pakar ini

dirancang berdasarkan pengamatan klinis maupun diagnosis medis pada M.G.M Hospital, Jamshedpur. Hasil pengujian dari sistem yang dikembangkan menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam melakukan diagnosa dan memberikan informasi kepada pengguna sistem tersebut mengenai tingkat kepastian seorang pasien menderita penyakit hipertensi

Penelitian di atas merupakan beberapa jurnal internasional maupun nasional yang membahas mengenai sistem pakar, sehingga penulis dapat menyimpulkan bahwa kedua metode tersebut dapat digunakan dan menyelesaikan masalah yang terjadi baik dengan menggunakan Metode Fuzzy Logic maupun dengan menggunakan Metode Certain Factor. Keduanya dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan sistem pakar.

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar atau *expert System* menurut Kusumadewi (2003) adalah suatu aplikasi komputer yang ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan atau pemecahan persoalan dalam bidang yang spesifik. Sistem ini bekerja dengan menggunakan pengetahuan(*knowledge*) dan metode analisis yang telah didefinisikan terlebih dahulu oleh pakar yang sesuai dengan bidang keahliannya. Sistem ini disebut sistem pakar karena fungsi dan perannya sama seperti seorang ahli yang harus memiliki pengetahuan, pengalaman dalam memecahkan suatu persoalan. Sistem biasanya berfungsi sebagai kunci penting yang membantu suatu sistem pendukung keputusan atau sistem pendukung eksekutif.

Sistem pakar terdiri dari dua komponen utama yaitu: basis pengetahuan (*knowledge base*) dan alat pengambilan kesimpulan(*inference engine*) biasanya pengetahuan didapat dari akumulasi pengetahuan pakar pada bidang tertentu. Pengetahuan disini didefinisikan sebagai kumpulan data dan himpunan aturan untuk memanipulasi atau mengolah data untuk menjadi pengetahuan baru. Basis pengetahuan merupakan komponen penting dari suatu sistem pakar. Besar kecilnya kemampuan sistem pakar biasanya ditentukan oleh kapasitas dari basis

pengetahuannya, sedangkan mesin pengambil keputusan adalah aplikasi yang membantu dan memandu pengguna sistem pakar dalam memanipulasi data dan memilih pengetahuan yang sesuai untuk mendapatkan kesimpulan.

Menurut Iswanti (2008) aplikasi sistem pakar yang baik diperlukan beberapa komponen, antara lain:

1. Antar Muka Pengguna(*User Interface*)

Sistem pakar menggantikan seorang pakar dalam situasi tertentu, maka sistem harus menyediakan pendukung yang diperlukan oleh pemakai yang tidak memahami masalah teknis. Sistem pakar juga menyediakan komunikasi antar sistem dan pemakainya yang disebut sebagai antar muka. Antar muka yang efektif dan ramah penggunaan penting sekali terutama bagi pemakai yang tidak ahli dalam bidang yang diterapkan pada sistem pakar.

2. Basis Pengetahuan(*Knowledge Base*)

Basis pengetahuan merupakan kumpulan pengetahuan bidang tertentu pada tingkatan pakar dalam format tertentu. Pengetahuan ini diperoleh dari akumulasi pengetahuan pakar dan sumber-sumber pengetahuan lainnya. Sistem pakar ini basis pengetahuan terpisah dengan mesin inferensi. Pemisahan ini bermanfaat untuk pengembangan sistem pakar secara leluasa disesuaikan dengan perkembangan pengetahuan.

3. Mekanisme Inferensi(*Inference Machine*)

Mesin inferensi sesungguhnya adalah program komputer yang menyediakan metodologi untuk melakukan penalaran tentang informasi pada basis pengetahuan dan memori kerja serta untuk merumuskan kesimpulan-kesimpulan. Komponen ini menyajikan arahan-arahan tentang bagaimana menggunakan pengetahuan dari sistem dengan membangun agenda yang mengelola dan mengontrol langkah-langkah yang diambil untuk menyelesaikan masalah ketika dilakukan konsultasi.

Metode *inference* dibagi menjadi dua macam, yaitu :

a. *Forward Chaining*

Forward Chaining menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Data digunakan untuk menentukan aturan mana yang dijalankan, kemudian aturan tersebut dijalankan. Proses diulang sampai ditemukan suatu hasil. Strategi dari sistem ini adalah dimulai dari *input*-an beberapa fakta kemudian menurunkan beberapa fakta dari aturan-aturan yang cocok pada *knowledge base* dan melanjutkan prosesnya sampai jawaban sesuai. *Forward chaining* dapat dikatakan sebagai penelusuran deduktif.

b. *Backward Chaining*

Backward Chaining (pelacakan ke belakang) merupakan pendekatan yang dimotori tujuan(*goal-driven*). Pencocokan fakta dimulai dari bagian sebelah kanan (*THEN*). Pelacakan dimulai dari tujuan, selanjutnya mencari aturan yang sesuai dengan tujuan tersebut untuk kesimpulan. Pelacakan menggunakan premis untuk aturan tersebut sebagai tujuan baru dan mencari aturan lain dengan tujuan baru sebagai kesimpulan. Proses berlanjut sampai semua kemungkinan ditemukan. Strategi penarikan keputusan yang didasarkan dari hipotesa atau dugaan yang didapat dari informasi yang ada. Memperoleh fakta biasanya diajukan dalam bentuk ya atau tidak, proses ini berdampak dengan diterima atau tidaknya hipotesis.

4. Memori Kerja(*Working Memory*)

Memori kerja merupakan bagian sistem pakar yang menyimpan fakta-fakta yang diperoleh saat dilakukan proses konsultasi. Fakta-fakta inilah yang nantinya diolah oleh mesin inferensi berdasarkan pengetahuan untuk menentukan suatu keputusan pemecahan masalah. Fasilitas penjelasan dapat memberikan informasi kepada pemakai mengenai jalannya penalaran sehingga dihasilkan suatu keputusan. Tujuan adanya fasilitas penjelasan dalam sistem pakar antara lain membuat sistem menjadi lebih cerdas, menunjukkan adanya proses analisa dan yang tidak kalah pentingnya adalah memuaskan psikologis pemakai. Akuisisi pengetahuan adalah proses

pengumpulan, perpindahan, dan transformasi dari keahlian/kepakaran pemecahan masalah yang berasal dari beberapa sumber pengetahuan ke dalam bentuk yang dimengerti oleh komputer. Seorang pakar dengan mudah menambahkan pengetahuan ataupun kaidah baru pada sistem pakar. Menjamin bahwa pengetahuan pada sistem pakar *up to date* dan *valid*, maka fasilitas akuisisi pengetahuan hanya dapat diakses oleh pakar. Pengguna awam tidak berhak memakai fasilitas akuisisi pengetahuan.

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*). Kusumadewi (2003)

Keahlian(*expertise*) adalah pengetahuan yang mendalam tentang suatu masalah tertentu, dimana keahlian bisa diperoleh dari pelatihan/pendidikan, membaca dan pengalaman dunia nyata. Terdapat 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.

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. Kemampuan pemecahan masalah adalah penting, tetapi tidak cukup dilakukan sendiri. Ahli seharusnya dapat untuk menjelaskan hasil yang diperoleh, mempelajari sesuatu yang baru tentang domain masalah, merestrukturisasi pengetahuan kapan saja yang diperlukan dan menentukan apakah keahlian mereka relevan atau saling berhubungan.

2.2.2 Tujuan Sistem Pakar

Menurut Iswanti (2008) 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:

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

2.2.3 Ciri dan Karakteristik Sistem Pakar

Ciri dan karakteristik menjadi pedoman utama dalam pengembangan sistem pakar. Ciri dan karakteristik yang dimaksud antara lain:

1. Pengetahuan dalam sistem pakar merupakan suatu konsep, bukan berbentuk numeris, hal ini dikarenakan komputer melakukan proses pengolahan data secara numerik sedangkan keahlian dari seorang pakar adalah fakta dan aturan-aturan, bukan numerik.
2. Informasi dalam sistem pakar tidak selalu lengkap, subjektif, tidak konsisten, subjek terus berubah dan tergantung pada kondisi lingkungan sehingga keputusan yang diambil bersifat tidak pasti dan tidak mutlak ya atau tidak, tetapi menurut ukuran kebenaran tertentu.
3. Kemungkinan solusi sistem pakar terdapat suatu permasalahan adalah bervariasi dan mempunyai banyak pilihan jawaban yang dapat diterima,

semua faktor yang ditelusuri memiliki ruang masalah yang luas dan tidak pasti diperlukan *fleksibilitas* sistem dalam menangani kemungkinan solusi dari berbagai permasalahan.

4. Perubahan atau pengembangan pengetahuan dalam sistem pakar dapat terjadi sepanjang waktu sehingga diperlukan kemudahan dalam modifikasi sistem untuk menampung jumlah pengetahuan yang semakin besar dan semakin bervariasi.
5. Pandangan dan pendapat setiap pakar tidaklah selalu sama, oleh karena itu tidak ada jaminan bahwa solusi sistem pakar merupakan jawaban yang pasti benar. Pakar dapat memberikan pertimbangan-pertimbangan berdasarkan faktor subyektif.
6. Keputusan merupakan bagian terpenting dari sistem pakar. Sistem pakar harus memberikan solusi yang akurat berdasarkan masukan pengetahuan meskipun solusinya sulit sehingga fasilitas informasi sistem harus selalu diperlukan.

2.2.4 Bidang-bidang Pengembangan Sistem Pakar

Banyak bidang area atau wilayah *Artificial Intelligence*(AI) yaitu jaringan saraf, sistem persepsi, *robotic*, bahasa ilmiah, sistem pendukung keputusan, sistem informasi berbasis manajemen dan sistem pakar.

Tiap daerah kerja AI memiliki potensi dalam memecahkan masalah, tetapi keunggulan utama ada dalam bentuk pengetahuan dari pakar manusia secara *heuristic* dalam sistem pakar. *Heuristik* sendiri berasal dari bahasa Yunani yaitu *Eureka* yang berarti menemukan. *Heuristik* dalam sistem pakar tidak menjamin hasil semutlak sistem kecerdasan buatan lainnya, tetapi menawarkan hasil yang spesifik untuk dimanfaatkan karena sistem pakar berfungsi secara konsisten seperti seorang pakar manusia, menawarkan nasihat kepada pemakai dan menemukan solusi terhadap berbagai permasalahan yang spesifik.

Kategori pengembangan sistem pakar dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain :

1. Kontrol

Contoh pengembangan banyak ditemukan dalam kasus pasien di rumah sakit, dimana dengan kemampuan sistem pakar dapat dilakukan kontrol terhadap cara pengobatan dan perawatan melalui sensor data dan memberikan solusi terapi pengobatan yang tepat bagi pasien yang sakit.

2. Desain

Contoh desain yaitu sistem pakar untuk membantu mendesain komputer dengan komponen-komponennya.

3. Diagnosa

Diagnosa adalah penentuan jenis penyakit dengan meneliti(memeriksa) gejala-gajalnya. Segi medis, diagnosa adalah proses penentuan jenis penyakit berdasarkan tanda dan gejala dengan menggunakan cara dan alat seperti laboratorium, foto dan klinik. Contoh sistem pakar ini adalah diagnosis penyakit, kerusakan mesin kendaraan bermotor, kerusakan komponen komputer dan lain-lain.

4. Instruksi

Instruksi merupakan pengembangan sistem pakar yang sangat berguna dalam bidang ilmu pengetahuan dan pendidikan, dimana sistem pakar dapat memberikan instruksi dan pengajaran tertentu.

5. Interpretasi

Sistem pakar yang dikembangkan dalam bidang interpretasi melakukan proses pemahaman sesuatu situasi dari beberapa informasi yang direkam. Contoh sistem yang dikembangkan dewasa ini adalah sistem untuk melakukan sensor gambar dan suara kemudian dianalisa dan dibuat suatu rekomendasi berdasarkan rekaman tersebut.

6. Monitor

Sistem pakar ini biasanya digunakan pada kemiliteran, yaitu menggunakan sensor radar.

7. Perencanaan

Perencanaan banyak digunakan dalam bidang bisnis dan keuangan suatu proyek, dimana sistem pakar yang melakukan perencanaan suatu pekerjaan berdasarkan jumlah tenaga kerja dan biaya.

8. Prediksi

Sistem memberikan simulasi kejadian masa mendatang, misalnya memprediksi tingkat kerusakan tanaman apabila diserang hama.

9. Seleksi

Sistem pakar dengan seleksi mengidentifikasi pilihan terbaik dari beberapa pilihan kemungkinan solusi.

10. Simulasi

Contoh adalah program PLANT yang menggabungkan antara prediksi dan simulasi, dimana program tersebut mampu menganalisis hama dengan berbagai kondisi suhu dan cuaca.

2.3 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh seorang kebangsaan Iran yang menjadi guru besar di University of California at Berkeley pada Tahun 1965 dalam papernya yang monumental.

Fuzzy Logic merupakan salah satu cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berpikir ke dalam bentuk algoritma yang dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika Fuzzy menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis.

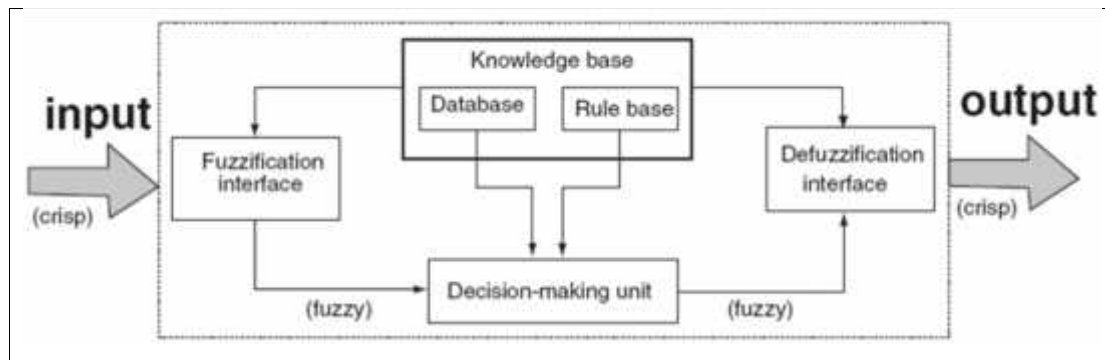
Menurut Kusumadewi(2003), Logika Fuzzy digunakan sebagai suatu cara untuk memetakan permasalahan dari *input* menuju ke *output* yang diharapkan. Nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Himpunan Fuzzy merupakan suatu

grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel Fuzzy. Variabel Fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem Fuzzy, misalnya umur, temperatur dan lain-lain.

2.3.1 Fuzzy Inference System

Menurut Sivanandam dkk (2007), sistem penalaran Fuzzy atau Fuzzy Inference System (FIS) dikenal juga sebagai sistem Fuzzy berbasis aturan, model Fuzzy, sistem pakar Fuzzy, dan *Fuzzy Associative Memory*. FIS merupakan unit utama pada sistem Logika Fuzzy dengan bagian yang paling penting adalah unit pembuat keputusan. FIS memformulasikan aturan-aturan yang sesuai dan keputusan dibuat berdasarkan aturan-aturan tersebut. FIS menggunakan pernyataan “IF...THEN...” dan sebagai penghubung antar aturan menggunakan operator OR atau AND. *Input* untuk FIS dapat berupa himpunan tegas atau himpunan Fuzzy, tetapi *output* dari FIS hampir selalu berupa himpunan Fuzzy.

Sistem penalaran Fuzzy terdiri dari antarmuka fuzifikasi, basis aturan, basis data, unit pembuat keputusan dan antarmuka defuzifikasi seperti yang terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Sistem Penalaran Fuzzy
(Sumber: Kusumadewi, Sri, Artificial Intelligence, 2003)

Fungsi dari setiap blok pada Gambar 2.13 adalah:

1. *Rule base*, berisi sejumlah aturan Fuzzy IF-THEN.
2. *Database*, digunakan untuk menyimpan fungsi keanggotaan dari himpunan Fuzzy yang digunakan dalam aturan Fuzzy.

3. *Decision-making unit*, digunakan untuk membentuk operasi penalaran terhadap aturan.
4. *Fuzzification interface* digunakan untuk mentransformasi *input* tegas menjadi nilai derajat yang sesuai dengan variabel linguistik.
5. *Defuzzification interface* digunakan untuk mentransformasi hasil penalaran Fuzzy menjadi *output* tegas.

Cara kerja FIS adalah *input* tegas dikonversi ke Fuzzy dengan menggunakan metode fuzifikasi, setelah proses fuzifikasi dilakukan proses pembentukan basis aturan. Basis aturan dan basis data menjadi basis pengetahuan. Proses defuzifikasi digunakan untuk mengkonversi nilai Fuzzy menjadi nilai sesungguhnya sebagai *output*. Langkah-langkah penalaran Fuzzy yang dibentuk oleh FIS adalah:

1. Membandingkan variabel *input* dengan fungsi keanggotaan pada bagian *antecedent* untuk memperoleh nilai keanggotaan untuk setiap label linguistik (langkah ini disebut dengan *fuzzification*).
2. Menggabungkan nilai keanggotaan pada bagian premis untuk memperoleh bobot terbaik (*firing strength*) dari setiap aturan.
3. Membangkitkan konsekuen yang memenuhi syarat atau setiap aturan berdasarkan bobot terbaik.
4. Menggabungkan (*aggregate*) konsekuen yang memenuhi syarat untuk menghasilkan *output* tegas (langkah ini disebut dengan *defuzzification*).

2.3.2 Fungsi Keanggotaan

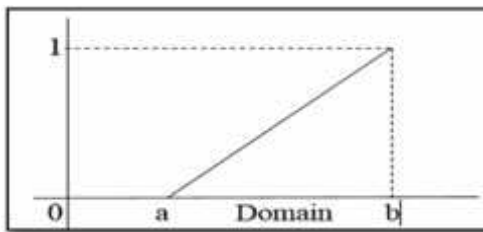
Fungsi keanggotaan merupakan sebuah kurva yang dapat menunjukkan pemetaan dari titik input ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki interval nilai dari 0 sampai dengan 1. Cara yang digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan yaitu dengan menggunakan pendekatan fungsi. Terdapat beberapa fungsi yang digunakan, yaitu:

1. Representasi linier

Representasi linier merupakan pemetaan *input* kederajat keanggotaan yang digambarkan dengan garis lurus. Terdapat 2 keadaan himpunan Fuzzy linier:

a. Representasi Linier Naik

Kenaikan himpunan dapat dimulai dengan nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol(0) yang bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi.



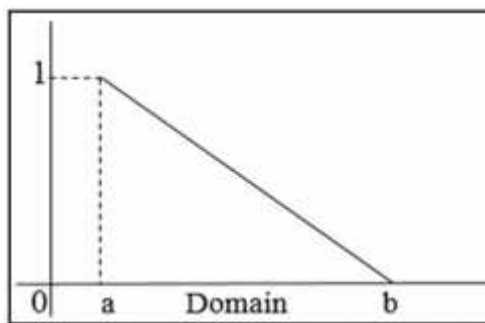
Gambar 2.2 Representasi Linier Naik
(Sumber:Kusumadewi dan Purnomo, 2010)

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Representasi Linier Turun

Representasi linier turun, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi sebelah kiri yang bergerak menurun ke nilai dominan yang memiliki nilai derajat keanggotaan yang lebih rendah



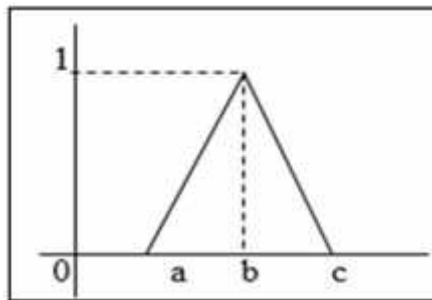
Gambar 2.3 Representasi Linier Turun
(Sumber:Kusumadewi dan Purnomo, 2010)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] \begin{cases} \frac{(x-a)}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga merupakan gabungan dari 2 garis(linier) antara linier naik dan linier turun.



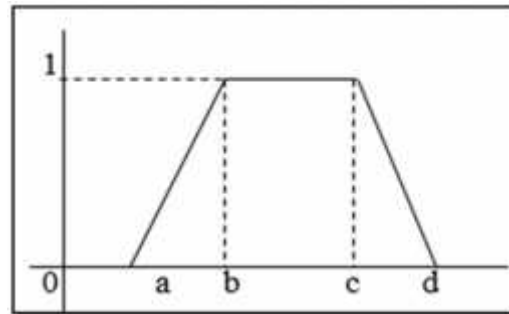
Gambar 2.4 Representasi Kurva Segitiga
(Sumber:Kusumadewi dan Purnomo, 2010)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] \begin{cases} 0; & x \leq a \quad a & x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(b-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots(2.3)$$

d. Representasi Kurva Trapezium

Kurva trapezium pada dasarnya memiliki bentuk yang mirip dengan segitiga, hanya saja pada rentang tertentu terdapat beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2.5 Representasi Kurva Trapezium
(Sumber:Kusumadewi dan Purnomo, 2010)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq a \quad x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & x \geq d \end{array} \right\} \dots\dots\dots(2.4)$$

2.3.3 Operator Dasar

Himpunan Fuzzy satu dengan himpunan Fuzzy lainnya dapat dikombinasikan dengan menggunakan operator. Nilai keanggotaan yang merupakan hasil dari operasi dua himpunan disebut dengan *fire strength* atau μ predikat. Terdapat tiga operator yang biasa digunakan, yaitu:

1. Operator AND

Operator AND berbubungan dengan operasi interseksi dalam himpunan. μ predikat yang merupakan hasil operasi dengan operator AND diperoleh dari mengambil nilai keanggotaan terkecil diantara elemen nilai keanggotaan himpunan yang berkaitan

$$\mu \cap B = \min(\mu (x), \mu (y)) \dots\dots\dots(2.5)$$

2. Operator OR

Operator OR berhubungan dengan operasi union dalam himpunan. μ predikat merupakan hasil operasi dengan operator OR yang diperoleh dari mengambil nilai keanggotaan terbesar diantara elemen nilai keanggotaan himpunan yang berkaitan.

$$\mu \cup B = \max(\mu (x), \mu (y)) \dots\dots\dots(2.6)$$

3. Operator NOT

Operator NOT berhubungan dengan operasi komplemen dalam himpunan. μ predikat merupakan hasil dari operasi dengan operator NOT yang diperoleh dari mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu A' = 1 - \mu (x) \dots \dots \dots (2.7)$$

2.4 Metode Penalaran Fuzzy Sugeno

Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Fuzzy Metode Sugeno merupakan Metode Inferensi Fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF – THEN, dimana *output*(konsekuen) sistem tidak berupa himpunan Fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier.

Sugeno mengusulkan penggunaan *singleton* sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. *Singleton* adalah sebuah himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang pada titik tertentu mempunyai sebuah nilai dan 0 di luar titik tersebut. Ada 2 model fuzzy metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

1. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde Nol adalah sebagai berikut:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z=k \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai antesenden, dan k merupakan suatu konstanta sebagai konsekuen.

2. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno OrdeSatu adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai antesenden

p_i adalah suatu konstanta ke- i

q adalah konstanta dalam konsekuen.

Komposisi aturan menggunakan metode Sugeno maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya (*Weight Average*), adapun persamaannya dapat dilihat di bawah ini.

$$Weight\ Average = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

Weight Average = Nilai rata-rata

w_i = nilai predikat aturan ke-i

z_i = indeks nilai output (konstanta) ke-i

2.5 Faktor Kepastian

Faktor kepastian (*Certain Factor*) diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN. Faktor kepastian merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan.

Menurut Kusrini (2008), ada dua macam faktor kepastian yang dapat digunakan, yaitu faktor kepastian yang diisikan oleh pakar bersama aturan dan faktor kepastian yang diberikan oleh pengguna. Faktor kepastian yang diisikan oleh pakar menggambarkan kepercayaan pakar terhadap hubungan antara *antecedent* dan *consequent* pada aturan kaidah produksi. Faktor kepastian dari pengguna menunjukkan besarnya kepercayaan terhadap keberadaan masing-masing elemen dalam *antecedent*.

Faktor kepastian didefinisikan sebagai berikut.

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana:

$CF(H, E)$ = faktor kepastian dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (*evidence*) E.

$MB(H, E)$ = ukuran kepercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (*evidence*) E

$MD(H, E)$ = ukuran ketidakpercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (*evidence*) E.

Pengguna memberikan faktor kepastian terhadap setiap premis yang ada dalam aturan, untuk menentukan faktor kepastian dari suatu aturan yang di dalamnya terdapat beberapa premis dengan faktor kepastiannya masing-masing, maka perlu dilakukan perhitungan CF paralel.

CF paralel merupakan CF yang diperoleh dari beberapa premis pada sebuah aturan. Besarnya CF paralel dipengaruhi oleh CF pengguna untuk masing-masing premis dan operator dari premis. Rumus untuk masing-masing operator diberikan sebagai berikut.

$$CF(x \text{ and } y) = \text{Min}(CF(x), CF(y)) \dots \dots \dots (2.12)$$

$$CF(x \text{ or } y) = \text{Max}(CF(x), CF(y)) \dots \dots \dots (2.13)$$

$$CF(\text{not } x) = -CF(x) \dots \dots \dots (2.14)$$

Suatu aturan memiliki nilai faktor kepastian dari seorang pakar, sementara aturan tersebut juga memiliki faktor kepastian yang diperoleh dari premis-premis yang ada didalamnya(CF paralel), sehingga perlu dilakukan perhitungan nilai faktor kepastian untuk suatu aturan berdasarkan CF paralel dan CF yang diberikan oleh pengguna yang disebut dengan CF sekuensial.

CF sekuensial diperoleh dari hasil perhitungan CF paralel dari semua premis dalam satu aturan dengan CF aturan yang diberikan oleh pakar. Rumus untuk menghitung CF sekuensial adalah sebagai berikut.

$$CF(x,y) = CF(x) * CF(y) \dots \dots \dots (215)$$

Dimana:

$$CF(x,y) = \text{CF sekuensial}$$

$$CF(x) = \text{CF paralel}$$

$$CF(y) = \text{CF pakar}$$

Hipotesis pada kenyataannya bisa dihasilkan dari beberapa aturan yang berbeda, dimana setiap aturan memiliki faktor kepastian masing-masing, sehingga perlu dilakukan perhitungan CF gabungan dari seluruh aturan yang ada untuk suatu hipotesis.

CF gabungan merupakan CF akhir dari sebuah calon kesimpulan. CF ini dipengaruhi oleh semua CF sekuensial dari aturan yang menghasilkan kesimpulan tersebut. Rumus untuk melakukan perhitungan CF gabungan adalah sebagai berikut.

Jika $CF(x) > 0$ dan $CF(y) > 0$, maka:

$$CF(x,y) = CF(x) + CF(y) - (CF(x) * CF(Y)) \dots \dots \dots (2.16)$$

Jika salah satu, $CF(x)$ atau $CF(y) < 0$ maka:

$$CF(x,y) = \frac{CF(x) + CF(y)}{(1 - \min(|CF(x)|, |CF(y)|))} \dots \dots \dots (2.17)$$

Jika $CF(x) < 0$ dan $CF(y) < 0$, maka :

$$CF(x,y) = CF(x) + CF(y) * (1 + CF(X)) \dots \dots \dots (2.18)$$

2.6 Abdomen

Menurut Aru w (2009) Abdomen merupakan istilah yang biasa digunakan untuk menyebut bagian dari tubuh yang berada di antara thorax dan pelvis. Dalam Bahasa Indonesia disebut juga dengan perut. Abdomen adalah rongga terbesar dalam tubuh manusia yang berbentuk lonjong yang menyerupai rongga tempat beberapa organ-organ penting tubuh. Abdomen merupakan lokasi dari beberapa sistem yang dimiliki oleh tubuh seperti sistem pencernaan, sistem perkemihan sistem endokrin serta sistem reproduksi. Rongga Abdomen dibagi menjadi 2 bagian yaitu rongga sebelah atas yang ukurannya lebih besar dan rongga sebelah bawah yang ukurannya lebih kecil. Batas-batas Abdomen meliputi diafragma atas dan di bagian bawah adalah pintu masuk panggul besar di bagian depan dan dikedua sisi samping adalah otot-otot abdominal, tulang iliaka dan iga-iga sebelah bawah dibelakang tulang punggung dan otot psoas serta quadratus lumborum. Rongga yang berada dalam Abdomen dibagi beberapa bagian, yaitu lambung, usus halus, usus 12 jari, ileum, usus besar, hati, pancreas, ginjal, aorta, limfa, rectum, dan anus.

2.6.1 Penyakit Pada Abdomen

Penyakit-penyakit yang terdapat pada Abdomen adalah *Pelvic Inflammatory Disease*(PID), Appendisitis, Perititis, Gastritis, Pancreatitis, Kolelitiasis, Kolesistitis, Sistitis, Sirosis, GERD, Hepatitis, Nephrolitiasis, Ca Buli, Ca Gaster, Leptospirosis, Ruptur Lien, Ruptur Renal, dan Ruptur Buli. Menurut Aru w (2009), pendefinisian dari masing-masing penyakit tersebut adalah sebagai berikut.

1. *Pelvic Inflammatory Disease* (PID)

Radang panggul atau *pelvic inflammatory disease*(PID) adalah suatu infeksi yang menjangkiti tuba fallopi, rahim, ovarium, leher rahim atau panggul perempuan. Penyakit ini merupakan penyebab utama infertilitas yang dapat dicegah. Kasus radang panggul sebagian besar ditemukan pada perempuan berusia 15-24 tahun yang aktif secara seksual. Penyakit radang panggul yang tidak segera ditangani dapat menyebabkan nyeri panggul kronis, dan kehamilan ektopik.

2. Appendisitis

Penyakit usus buntu merupakan penyakit yang disebabkan karena terjadinya peradangan pada usus buntu manusia berupa penyumbatan karena adanya benda keras pada tinja atau infeksi yang ada di usus buntu. Peradangan tersebut membuat cabang getah bening menjadi bengkak, apabila usus buntu mengalami peradangan dan tidak segera dilakukan penanganan khusus dikhawatirkan usus buntu dapat pecah yang mengakibatkan peradangan terjadi di luar usus dan juga mengeluarkan nanah. Masalah selanjutnya bila terjadi, maka benda yang berasal dari usus buntu tersebut memasuki daerah rongga perut sehingga terjadi peritonitis atau peradangan yang cukup serius.

3. Peritonitis

Peritonitis adalah peradangan yang disebabkan oleh infeksi pada selaput rongga perut(*peritoneum*). *Peritoneum* juga berfungsi untuk melindungi organ di dalam perut. Peritonitis apabila dibiarkan memburuk, maka dapat menyebabkan infeksi seluruh sistem tubuh yang membahayakan nyawa.

4. Gastritis

Gastritis adalah suatu kondisi medis yang ditandai dengan peradangan pada lapisan lambung. Penyebab gastritis yang paling umum adalah infeksi *Helicobacter pylori* (*H. Pylori*), yang disebabkan oleh bakteri yang menginfeksi lapisan lambung. Bakteri-bakteri ini terutama ditularkan dari orang ke orang dan juga melalui makanan atau air yang terkontaminasi.

5. Pancreatitis

Pankreas adalah suatu kelenjar yang terletak di belakang lambung. Pankreas memproduksi enzim-enzim yang berfungsi mencerna karbohidrat, lemak dan protein dari makanan yang telah dimakan. Pankreatitis merupakan kondisi medis yang ditandai dengan peradangan pankreas yang menyebabkan kerusakan kelenjar yang menetap. Pankreatitis terjadi sebagai hasil dari kebocoran enzim pencernaan ke dalam pankreas. Enzim pencernaan membantu memecahkan makromolekul menjadi molekul-molekul kecil untuk memfasilitasi penyerapan makanan oleh tubuh. Ketika terjadi kebocoran enzim menyebabkan pankreas memakan dirinya sendiri bukan membantu pencernaan makanan, sehingga menyebabkan peradangan pancreas. Apabila kondisi ini berlangsung lama, pankreas gagal menghasilkan cukup enzim pencernaan untuk pencernaan makanan.

6. Kolelitiasis

Kolelitiasis sering disebut dengan batu empedu. Kolelitiasis adalah pembentukan batu empedu di dalam kandung empedu. Batu kandung empedu merupakan gabungan suatu material mirip batu (unsur-unsur padat) yang terbentuk di dalam kandung empedu. Batu empedu memiliki ukuran, bentuk dan komposisi yang sangat bervariasi. Batu empedu tidak lazim dijumpai pada anak-anak dan dewasa muda tetapi insidennya semakin sering pada individu berusia di atas 40 tahun.

7. Kolesistitis

Kolesistitis adalah istilah medis yang menunjukkan adanya peradangan pada kandung empedu. Kandung empedu berfungsi menampung cairan empedu yang diproduksi hati(liver) kemudian memompanya ke dalam usus halus saat ada makanan masuk. Fungsi cairan empedu adalah membantu mencerna lemak. Secara fisik, kandung empedu berbentuk seperti buah pir, tetapi ukurannya lebih kecil.

Penyebab kolesistitis yaitu penyumbatan muara kandung empedu atau saluran empedu oleh batu. Jenis batu dalam saluran empedu ada dua, yaitu batu kolesterol dan batu pigmen empedu. Akibat penyumbatan oleh batu, cairan empedu menumpuk yang menyebabkan iritasi, pembengkakan dan peradangan pada kandung empedu. Penyumbatan juga dapat terjadi karena penekanan tumor pada saluran empedu. Penyebab lain kolesistitis adalah cedera perut, komplikasi operasi, dan infeksi oleh bakteri.

8. Sistitis

Sistitis merupakan inflamasi atau peradangan pada kandung kemih. Penyakit ini termasuk infeksi saluran kemih yang paling umum terjadi terutama pada wanita. Sistitis disebabkan oleh ukuran uretra (saluran utama untuk pembuangan urine ke luar tubuh) pada wanita yang lebih pendek dibandingkan dengan pria dan letaknya lebih dekat dengan anus sehingga bakteri dari anus lebih mudah berpindah dan masuk ke dalam saluran kemih.

Bakteri merupakan penyebab utama pada sebagian besar pengidap sistitis.

Infeksi saluran kemih umumnya disebabkan oleh masuknya bakteri ke dalam saluran kemih melalui uretra yang kemudian berkembang biak. Proses ini bisa terjadi melalui berbagai cara, misalnya berhubungan seksual, menyeka anus ke arah vagina, menggunakan kateter untuk waktu lama, atau alat kontrasepsi berbentuk spiral.

9. Sirosis

Sirosis adalah kerusakan hati jangka panjang atau kronis yang menyebabkan luka pada hati. Perkembangan penyakit yang perlahan-lahan mengakibatkan jaringan sehat digantikan oleh jaringan rusak sehingga hati tidak menjalankan fungsinya dengan baik. Jaringan yang rusak menghambat aliran darah yang melewati hati. Fungsi hati dalam memproses nutrisi, hormon, obat dan racun yang diproduksi tubuh melambat. Produksi protein dan unsur lain yang terjadi di dalam hati juga terhambat.

Kerusakan pada hati yang disebabkan oleh sirosis tidak bisa diperbaiki dan bisa menyebar lebih luas hingga akhirnya hati tidak bisa berfungsi dengan benar. Kondisi inilah yang sering disebut dengan istilah gagal hati. Sebelum sirosis menyebabkan gagal hati, perkembangannya berlangsung bertahun-tahun. Penanganan yang dilakukan hanya untuk memperlambat perkembangan penyakitnya.

10. *Gastroesophageal Reflux Disease*(GERD)

Penyakit asam lambung atau *Gastroesophageal Reflux Disease*(GERD) adalah masalah yang cukup umum terjadi di masyarakat. GERD terjadi ketika asam lambung naik kembali ke kerongkongan sehingga menyebabkan ketidaknyamanan. Kondisi ini disebabkan oleh naiknya asam lambung menuju esofagus dan menimbulkan nyeri pada ulu hati atau sensasi terbakar di dada. Esofagus yang dikenal sebagai kerongkongan adalah bagian dari saluran pencernaan yang menghubungkan mulut dan lambung.

Penyakit asam lambung atau GERD pada umumnya disebabkan oleh tidak berfungsinya *lower esophageal sphincter*(LES). LES adalah lingkaran otot pada bagian bawah dari esofagus. LES berfungsi sebagai pintu otomatis yang terbuka ketika makanan atau minuman turun ke perut. LES menutup ketika makanan masuk untuk mencegah asam dan makanan yang ada di perut agar tidak naik kembali ke kerongkongan atau esofagus.

GERD disebabkan karena otot-otot *esophageal sphincter* bagian bawah tidak berfungsi normal. Kondisi ini juga bisa disebabkan oleh asupan dan kebiasaan makan seseorang. Makan-makanan pedas, gorengan, makan berat di malam hari, merokok, konsumsi alkohol, obesitas juga disebut sebagai penyebab utama kondisi ini.

11. Hepatitis

Penyakit Hepatitis merupakan penyakit cikal bakal dari kanker hati. Hepatitis dapat merusak fungsi organ hati dan kerja hati sebagai penetral racun dan sistem pencernaan makanan dalam tubuh yang mengurai sari-sari makanan untuk kemudian disebarkan ke seluruh organ tubuh yang sangat penting bagi manusia.

Hepatitis merupakan penyakit peradangan hati karena berbagai sebab. Penyebabnya adalah beberapa jenis virus yang menyerang dan menyebabkan peradangan dan kerusakan pada sel-sel dan fungsi organ hati. Hepatitis memiliki hubungan yang sangat erat dengan penyakit gangguan fungsi hati. Banyak hal yang menyebabkan hepatitis itu dapat terjadi yang tidak hanya dikarenakan adanya infeksi virus dari suatu sumber tertentu. Penyebab hepatitis juga dapat berasal dari jenis obat-obatan tertentu, jenis makanan tertentu atau bahkan pada hubungan seksual yang salah satu dari pasangan memiliki penyakit hepatitis.

Penyakit hepatitis dapat menyerang siapa saja tak pandang usia. Hepatitis dapat terjadi pada bayi, anak-anak, orang dewasa dan orang tua. Hepatitis yang juga banyak terjadi pada bayi dari usia 0-12 bulan. Pada anak-anak diperkirakan terjadi dari mulai usia 2-15 tahun, orang dewasa 15-20 tahun dan orang tua di atas usia 40 tahun ke atas.

12. Nephrolithiasis

Nephrolithiasis atau biasa disebut dengan batu ginjal merupakan suatu keadaan dimana terdapat satu atau lebih batu di dalam pelvis, kalik ginjal atau di dalam saluran ureter. Pembentukan batu ginjal dapat terjadi di bagian mana

saja dari saluran kencing, tetapi biasanya terbentuk pada dua bagian terbanyak pada ginjal, yaitu di pelvis dan kalik renal. Batu dapat terbentuk dari kalsium, fosfat, atau kombinasi asam urat yang biasanya larut di dalam urine.

Batu ginjal dijumpai pada 1 dari 1.000 orang, biasanya lebih banyak dijumpai pada pria (berumur 30-50 tahun) daripada wanita. Penyebab pasti dari batu ginjal belum diketahui secara pasti, kemungkinannya adalah bila urine menjadi terlalu pekat dan zat-zat yang ada di dalam urine membentuk kristal batu. Penyebab lain adalah infeksi, adanya obstruksi, kelebihan sekresi hormon paratiroid, asidosis pada tubulus ginjal, peningkatan kadar asam urat(biasanya bersamaan dengan radang persendian), kerusakan metabolisme dari beberapa jenis bahan di dalam tubuh, terlalu banyak mempergunakan vitamin D atau terlalu banyak memakan kalsium.

13. Ca Buli

Kanker(karsinoma) kandung kemih(buli-buli/vesika urinaria) adalah suatu kondisi medis yang ditandai dengan pertumbuhan abnormal sel kanker atau tumor pada kandung kemih. Kanker buli-buli adalah kanker yang mengenai organ buli-buli (kandung kemih). Buli-buli adalah organ yang berfungsi untuk menampung air kemih yang berasal dari ginjal.

14. Ca Gaster

Kanker lambung adalah jenis kanker yang menggerogoti lambung, yaitu organ di dalam rongga perut manusia yang menjadi salah satu bagian dari sistem pencernaan. Penyakit ini dapat diidap oleh orang-orang pada segala usia, meski sebagian besar penderitanya berusia 55 tahun ke atas.

15. Leptospirosis

Leptospirosis adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri yang bernama leptospira. Bakteri ini terdapat pada kotoran dan kencing hewan tertentu, salah satunya adalah tikus. Penyakit ini sangat memungkinkan sekali terjadi ketika banjir, dimana air meluap ke mana-mana, kencing tikus yang terjangkit

bakteri leptospira pun juga ikut tersebar. Masyarakat yang terkena pun beresiko terjangkit penyakit tersebut di atas.

Bakteri leptospira yang bisa menyebabkan penyakit leptospirosis ini dapat masuk ke tubuh manusia melalui luka yang terbuka dan juga makanan yang terkena bakteri tersebut. Berhati-hatilah apabila mempunyai luka di sekitar kaki atau daerah tubuh yang mudah terkena air banjir, karena ada kemungkinan air banjir tersebut sudah tercampur kotoran tikus yang tercampur bakteri leptospira. Bahaya dari Bakteri leptospira jangan dianggap remeh, karena jika bakteri tersebut sampai menginfeksi otak manusia, leptospirosis bisa menyebabkan kematian.

16. Ruptur Lien

Lien merupakan organ yang paling sering cedera pada saat terjadi trauma tumpul abdomen pada bagian kiri bawah. Ruptur lien merupakan kondisi yang membahayakan jiwa karena terjadi pendarahan yang hebat. Lien terletak tepat di bawah rangka thoraks kiri yang rentan mengalami benturan. Lien membantu dalam melawan infeksi yang ada dalam tubuh dan menyaring semua material yang tidak dibutuhkan dalam tubuh seperti sel tubuh yang sudah rusak. Lien juga memproduksi sel darah merah dan berbagai jenis sel darah putih. Angka kejadian tertinggi pada umur 15-35 tahun.

Robeknya lien menyebabkan banyaknya darah yang ada di rongga abdomen. Ruptur pada lien biasanya disebabkan oleh hantaman pada abdomen bagian kiri. Kejadian yang paling sering menyebabkan ruptur lien adalah kecelakaan pada saat olahraga, perkelahian dan kecelakaan mobil.

17. Ruptur Renal

Trauma ginjal adalah kecederaan yang paling sering pada sistem urinari. Walaupun ginjal mendapat proteksi dari otot lumbar, thoraks, badan vertebra dan viscera, ginjal mempunyai mobiliti yang besar yang bisa mengakibatkan kerusakan parenchymal dan kecederaan vaskular dengan mudah. Trauma sering kali disebabkan karena jatuh, kecelakaan lalu lintas, luka tusuk, dan

luka tembak. Trauma ginjal adalah cedera pada ginjal yang disebabkan oleh rudapaksa baik tumpul maupun tajam. Trauma saluran kemih sering tak terdiagnosa atau terlambat terdiagnosa karena perhatian penolong sering tersita di tubuh dan anggota gerak saja, kelambatan ini dapat menimbulkan komplikasi yang berat seperti perdarahan hebat.

18. Ruptur Buli

Ruptur buli disebut juga trauma buli-buli atau trauma vesika urinaria merupakan keadaan darurat bedah yang memerlukan penatalaksanaan segera, bila tidak ditanggulangi dengan segera dapat menimbulkan komplikasi seperti perdarahan hebat, peritonitis dan sepsis. Secara anatomi buli-buli terletak di dalam rongga pelvis terlindung oleh tulang pelvis sehingga jarang mengalami cedera. Rudapaksa kandung kemih terbanyak karena kecelakaan lalu lintas atau kecelakaan kerja yang menyebabkan fragmen patah tulang pelvis mencederai buli-buli. Fraktur tulang panggul dapat menimbulkan ruptur kandung kemih.