

**APLIKASI DIAGNOSA GEJALA DEMAM PADA  
BALITA MENGGUNAKAN METODE *CERTAINTY*  
*FACTOR* (CF) DAN JARINGAN SYARAF  
TIRUAN (JST).  
(Studi Kasus : RS. Umum Abdul Wahab Syahrani)**

**Tesis  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-2 Program Studi  
Magister Sistem Informasi**



**Septya Maharani  
24010410400047**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2012**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TESIS**

**APLIKASI DIAGNOSA GEJALA DEMAM PADA BALITA  
MENGUNAKAN METODE *CERTAINTY FACTOR* (CF)  
DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN (JST).  
(Studi Kasus : RS. Umum Abdul Wahab Sahranie)**

**Oleh:  
SEPTYA MAHARANI  
24010410400047**

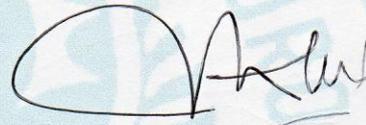
Telah diujikan dan dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal 2 Agustus 2012 oleh  
penguji Program Pascasarjana Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro

Pembimbing I



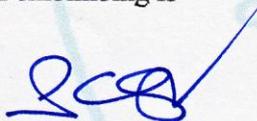
(Dr. Kusworo Adi, MT)  
NIP. 19720317 199802 1 001

Penguji I



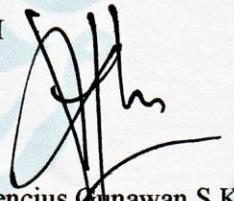
(Dr. Wahyul Amien Syafei, ST., M.Eng.)  
NIP. 19711218 199512 1 001

Pembimbing II



(Aris Sugiharto, S.Si, M.Kom)  
NIP. 19710811 199702 1 004

Penguji II



(Dr. Vincencius Gunawan S.K., M.Eng.)  
NIP. 19710522 199702 1 001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Magister Sistem Informasi



## ABSTRAK

Gejala demam terhadap balita memiliki dampak buruk apabila terlambat mendapatkan penanganan yang kurang tepat, untuk memudahkan para orang tua mendeteksi jenis penyakit yang diderita, untuk itu perlu dibangun sebuah aplikasi sistem pakar deteksi penyakit gejala demam pada anak untuk mendapatkan deteksi awal penyakit. Basis pengetahuan diimplementasikan sebagai dasar aplikasi sistem pakar dengan menggunakan kombinasi metode faktor kepastian (*certainty factor*) dan JST (jaringan Syaraf Tiruan).

Penelitian ini merupakan Kombinasi Metode CF sebagai *rule* dan hasil CF tersebut akan membentuk pola JST yang merupakan penggabungan nilai parameter klinis yang menunjukkan besarnya kepercayaan

Sebagai basis pengetahuan diagnosa 10 penyakit demam pada anak dengan 40 gejala, Sistem ini menggunakan sebanyak 40 gejala sebagai data pelatihan dengan rekam medic dari 30 pasien. Dari hasil pengujian tersebut, aplikasi telah menyimpulkan tingkat keakuratan sebesar 86,67 %.

Kata kunci : Demam, Sistem pakar, *Certainty Factor*, Jaringan Syaraf Tiruan

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang.

Demam merupakan respon terhadap tubuh disebabkan adanya keadaan masuknya *mikroorganisme* dapat berupa virus, bakteri, parasit, maupun jamur yang disebut infeksi. Penyebab demam disebabkan oleh Infeksi virus, adapun demam bias disebabkan oleh paparan panas yang berlebihan, dehidrasi atau kekurangan cairan, alergi maupun dikarenakan gangguan sistem imun (Lubis, 2009).

Dampak negatif demam diantaranya terjadi peningkatan metabolisme tubuh, dehidrasi ringan serta membuat balita tidak nyaman dalam melakukan kegiatan. Dalam penanganan demam sebaiknya tidak berpatokan dengan tingginya suhu, tetapi dapat melihat gejala-gejala yang terjadi pada demam (Faris, 2009). Demam juga menimbulkan kecemasan, fobia, dan stress tersendiri bagi orangtua (Soediby, 2006), sehingga orang tua mempertimbangkan untuk menghubungi atau mengunjungi dokter jika telah menemukan gejala-gejala penyakit pada balita. Penyelesaian permasalahan ini dapat dipermudah dengan membangun aplikasi kombinasi *Certainty Factor* (CF) dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang merupakan sistem untuk memudahkan para orang tua mendeteksi gejala dini pada balita, sehingga orang tua dengan mudah melakukan tindakan penanganan awal sebelum melakukan pemeriksaan ke dokter.

Faktor kepastian merupakan salah satu metode yang telah ditemukan dalam sistem pakar yang berguna untuk menyelesaikan ketidakpastian. Sistem pakar merupakan sistem yang didesain dan diimplementasikan dengan bantuan bahasa pemrograman tertentu untuk dapat menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan oleh para ahli. Pembangunan aplikasi sistem pakar merupakan alat untuk dapat mendiagnosa penyakit sesuai dengan pakar. Agar mendapatkan hasil yang diinginkan, peneliti menggunakan kombinasi metode CF yang memiliki metode tersendiri, dimana metode tersebut dapat diimplementasikan pada sistem permasalahan apapun khususnya pada sistem pakar (Turban E,1995) dan JST

yang merupakan bagian dari ilmu kecerdasan buatan yang berhubungan dengan pengenalan pola, dimana semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pelatihan (Puspitaningrum, 2006), sehingga semakin banyak data yang didapat dan pelatihan yang dilakukan, semakin mendekati hasil yang diharapkan.

### **1.2. Perumusan Masalah.**

Bagaimana mengembangkan aplikasi dengan menggunakan kombinasi metode CF dan JST untuk diagnosa gejala demam pada balita.

### **1.3. Batasan Masalah.**

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data yang digunakan didukung dengan pengetahuan pakar yang bersangkutan dan rekam medik.
2. Data-data penunjang informasi pakar hanya terbatas pada usia balita.
3. Jenis gejala penyakit yang didiagnosis hanya berhubungan dengan demam.
4. Dalam penelitian ini, aplikasi hanya sebagai alat untuk membuktikan keakuratan dari hasil diagnosa yang diharapkan sesuai dengan pakar.

### **1.4. Keaslian Penelitian.**

Penelitian mengenai sistem pakar sudah banyak dilakukan antara lain, aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit ginjal dengan metode *dempster-shafer* (Aprilia S dan Taufiq, 2008). Pada penelitian ini, menghasilkan diagnosa kemungkinan penyakit ginjal yang diderita oleh pasien berdasarkan gejala yang dimiliki oleh pasien, aplikasi ini menampilkan keluaran berupa besarnya kepercayaan gejala tersebut terhadap kemungkinan penyakit ginjal yang diderita oleh *user*. Besarnya nilai kepercayaan tersebut merupakan hasil dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

Penelitian serupa melakukan perancangan untuk diagnosa penyakit anak (Safia D, 2009). Pada penelitian ini, peneliti membangun aplikasi untuk

mendiagnosa jenis penyakit demam khususnya pada balita dengan basis pengetahuan yang dinamis. Penarikan kesimpulan dalam sistem pakar ini menggunakan metode inferensi *forward chaining*. Sistem ini menghasilkan diagnosis jenis penyakit yang diderita, penyebab dan penanggulangannya serta memberikan informasi anak seperti keamanan dan gizi anak.

Penggunaan metode ANFIS dapat menunjang sistem pakar seperti penelitian diagnosa kesehatan pekerja industry dan mencari solusinya (Ratih S, 2007). Pada penelitian ini, peneliti mendiagnosa penyebab sakit pekerja dan menemukan solusinya dengan aplikasi kecerdasan buatan (*Expert Sistem* dan *ANFIS*).

Kombinasi metode CF dan JST dapat dikembangkan dalam sistem pakar, penelitian mengenai diagnosa penyakit kanker *tiroid* dengan mengembangkan pengkombinasian dua metode yaitu CF dan JST. Model ini memiliki telah melakukan pengujian dan tingkat kinerja pada aplikasi ini mencapai 99.47% (Abdel, 2003).

Perbedaan dengan penelitian pertama dan kedua adalah studi kasus yang dijadikan objek penelitian berbeda. Metode yang digunakan pada penelitian pertama adalah menggunakan metode *Dempster-Shafer* dengan studi kasus yaitu diagnosa ginjal. Pada penelitian kedua, menggunakan metode *forward chaining* dengan mengambil objek penelitian pada diagnosa penyakit anak. Penelitian ketiga menggunakan metode ANFIS. Namun pada penelitian yang terkahir, memiliki kesamaan dalam penggunaan kombinasi dua metode berupa metode CF dan JST dalam kasus penyakit yang berbeda. Penelitian (Abdel,2003) memiliki beberapa parameter yang berupa *hidden layer neurons* 4 dan 5. Sedangkan *learning rate* adalah 0.1, pada *momentum* bernilai 0.7, dan untuk nilai *MSE* (*mean square error*) bernilai 0.00001 namun tidak menjelaskan pasti *epoch* yang digunakan pada penelitian ini. Sedangkan penelitian yang telah penulisan lakukan menggunakan nilai *hidden layer neurons* 4, nilai *learning rate* dan *momentum* memiliki nilai yang sama dengan penelitian sebelumnya, namun *epoch* yang didapat bernilai 4000 dengan hasil *MSE* bernilai 0.000017427 dengan dilengkapi

### **1.5 Tujuan Penelitian.**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan kombinasi metode CF dan JST sebagai nilai parameter demam dengan mengadopsi penyelesaian dari pakar.

### **1.6 Manfaat Penelitian.**

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membantu orang tua untuk mngetahui gejala awal gejala demam bagi balita.
2. Memudahkan orang tua dalam penanganan pada gejala demam bagi balita.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka.**

Sistem pakar telah digunakan didalam berbagai bidang, penelitian memiliki permasalahan adanya kesulitan pengguna untuk mencari informasi *online* yang dibutuhkan, bahkan kosakata yang benar, masih jarang merumuskan permintaan pengguna. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan sistem pakar untuk bantuan pencarian *online*. Dari kesimpulan penelitian ini, bahwa sistem pakar secara signifikan mengurangi jumlah *query* yang diperlukan untuk menemukan bagian-bagian yang relevan dibandingkan dengan pengguna yang mencari dan menelusuri sendiri (Gauch dkk, 1993).

Sistem pakar dapat dikembangkan dalam bidang kesehatan sebagai pengganti pakar, berupa pengembangan sistem pakar E2gLite dapat membantu untuk mengatur fakta-fakta terfokus pada THT dan untuk membantu pasien mendiagnosa masalah pengguna tentang THT. Berdasarkan pengujian perangkat lunak, sistem membantu mengidentifikasi THT yang tergantung pada masukan dari pengguna gejala (Lina dan Tole, 2008).

Selain metode CF, terdapat metode JST yang dapat dipadukan dengan sistem pakar, seperti pada penelitian kemampuan *expert sistem JST* untuk diagnosa penyakit telinga, hidung, dan tenggorokan, peneliti mampu melakukan penggabungan sistem pakar kedalam JST dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat (Lailin, 2003).

Dari kronologi beberapa penelitian diatas, peneliti akhirnya tertarik untuk menggunakan sistem pakar sebagai penelitian dan mengambail salah satu penelitian yang telah dilakukan pada peneliti-peneliti sebelumnya. Penerapan kombinasi dua metode yaitu metode CF dan JST dalam melakukan diagnosa gejala demam pada balita.

## 2.2 Landasan Teori.

### 2.2.1 Demam.

Demam terjadi jika berbagai proses infeksi dan noninfeksi berinteraksi dengan mekanisme pertahanan hospes. Pada kebanyakan anak demam disebabkan oleh agen *mikrobiologi* yang dapat dikenali dan demam menghilang sesudah masa yang pendek (Ann, 1993).

Demam adalah kenaikan suhu yang ditengahi oleh kenaikan titik ambang regulasi panas hipotalamus. Jalur penyebab demam yang paling sering adalah *produksi pirogen endogen*, yang kemudian secara langsung mengubah titik ambang *hipotalamus*, menghasilkan pembentukan panas dan konservasi panas. Urutan-urutan pembentukan *sitokin* dalam responnya terhadap *pirogen eksogen* dan selanjutnya terjadi *produksi prostaglandin E<sub>2</sub>* (*PGE<sub>2</sub>*) *hipotalamus* mungkin memerlukan waktu 60-90 menit. Demam merupakan satu manifestasi respon radang yang dihasilkan oleh mekanisme pertahanan hospes yang ditengahi *sitokin* (Sherwood, 2001).

Anak-anak yang umurnya antara 6 bulan dan 5 tahun menghadapi peningkatan resiko untuk mengalami kejang demam sederhana, sedangkan bagi mereka yang menderita epilepsi idiopatik dapat mengalami peningkatan frekuensi kejang sebagai bagian gejala demam *nonspesifik*. Variasi suhu diurnal biasanya dipertahankan pada penderita gejala demam. Apa bila irama sirkadian ini disertai dengan *takikardia*, kedinginan (*rigor*), dan berkeringat, maka harus dicurigai hal ini adalah demam yang sebenarnya bukan demam buatan (Soedjamiko, 2005).

Demam umumnya disebabkan oleh infeksi, baik karena virus, bakteri atau yang lebih jarang lagi, karena jamur. Demam juga dapat merupakan reaksi imun terhadap adanya benda asing dalam darah. Hal terakhir misalnya terjadi pada reaksi alergi atau pertanda ketidakcocokan dalam transfusi darah (Faris, 2009).

Demam bukan penyakit, tetapi merupakan pertanda adanya penyakit atau benda asing dalam darah. Secara demikian sebenarnya adanya demam cukup bermanfaat, karena dengan adanya demam orang menjadi tersadar adanya sesuatu yang salah dalam dirinya. Demam ringan (sekitar 38 °C) umumnya merupakan mekanisme pertahanan tubuh dan tidak berbahaya, namun demam yang tinggi

dapat merupakan tanda bahaya dan bahkan pada *hiperpireksia* dapat menyebabkan timbulnya beberapa komplikasi akibat kekacauan dalam sistem tubuh. Demam lama atau berulang dapat terjadi akibat infeksi kronis seperti *Tuberkulosis* (TBC) atau merupakan pertanda adanya penyakit lainnya, seperti penyakit sendi, peradangan jaringan ikat, atau gangguan metabolisme (Ismoedijanto, 2000).

Dengan pengertian seperti tersebut di atas, maka memadamkan demam merupakan tindakan yang tepat pada kebanyakan kasus, misalnya pada penyakit ringan seperti *selesma* (*common cold*) terutama jika penyebab penyakitnya tergolong kuman yang akan hilang sendiri tanpa pengobatan spesifik. Namun demikian, pada sebagian kasus lainnya menurunkan demam saja justru kurang baik, karena dapat menyamarkan penyakit yang justru menjadi penyebab demam. Secara umum, jika demam segera membaik dengan pemberian obat penurun demam dan sakit tidak berlanjut lebih dari dua hari, maka pemberian obat tersebut sudah memadai. Apabila sakit berlanjut, hubungi dokter. Ungkapan ini sangat tepat, karena demam yang berlanjut lebih dari dua hari harus diamati kemungkinan penyebabnya. Konsultasi ke dokter adalah tindakan yang bijaksana.

Pada sub bab ini merupakan penjelasan mengenai macam-macam gangguan kesehatan yang dapat didiagnosa oleh sistem pakar ini.

Sistem pakar untuk mendiagnosa gejala demam pada anak menggunakan CF dan JST untuk mendiagnosa 10 penyakit yang disertai gejala demam, yaitu:

#### A. Demam *Difteri*.

Penyakit *difteri* adalah infeksi saluran pernafasan yang disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diphtheriae*, dengan bentuk basil Gram positif. *Difteri* dapat menyerang seluruh lapisan usia tapi paling sering menyerang anak-anak yang belum diimunisasi (Hoyne, 1974).

Gejalanya akan dimulai 1-4 hari setelah infeksi.

1. Nyeri tenggorokan saat menelan, demam ringan, denyut jantung cepat, mual dan muntah.
2. Hidung akan meler atau ingusan.
3. Tenggorokan bengkak karena saluran udara menyempit.

4. Kesulitan bernapas yang disebabkan oleh *pseudomembran*.
5. Kulit tampak kebiruan karena kurangnya oksigen.

#### B. Demam *Parotitis* (Gondongan).

Gondong (*Mumps, Parotitis epidemika*) adalah penyakit menular, disebabkan oleh virus (*myxovirus parotitidis*), berlangsung cepat (akut) yang ditandai dengan pembesaran kelenjar ludah, terutama kelenjar di bawah telinga (Jones, 1953).

Gejala dari penyakit adalah :

1. Pada tahap awal (1-2 hari) penderita gondong mengalami gejala: demam, sakit kepala, nyeri otot, kehilangan nafsu makan, nyeri rahang bagian belakang saat mengunyah dan disertai kaku rahang (sulit membuka mulut).
2. Selanjutnya terjadi pembengkakan kelenjar di bawah telinga (*parotis*) yang diawali dengan pembengkakan salah satu sisi kelenjar kemudian kedua kelenjar mengalami pembengkakan.
3. Pembengkakan biasanya berlangsung sekitar 3 hari kemudian berangsur mengempis.
4. Kadang terjadi pembengkakan pada kelenjar di bawah rahang (*submandibula*) dan kelenjar di bawah lidah (*sublingual*). Pada pria akil balik adalah terjadi pembengkakan buah zakar (*testis*) karena penyebaran melalui aliran darah.

#### C. *Morbili* (Campak).

Campak adalah penyakit infeksi menular yang ditandai dengan 3 stadium, yaitu stadium kataral, stadium erupsi dan stadium konvalesensi. Campak adalah suatu infeksi akut yang sangat menular ditandai oleh gejala *prodormal* panas, batuk, pilek, radang mata disertai dengan timbulnya bercak merah *makulopapuler* yang menyebar ke seluruh tubuh yang kemudian menghitam dan mengelupas (Rahayu dan Tumbelaka, 2002).

Gejala berupa :

1. Meningkatnya suhu badan.
2. Masa tunas 10-20 hari.
3. bercak *koplik* berwarna putih abu-abu lokasinya di *mukosa bukalis* berhadapan dengan *molar* bawah, *koriza* dan batuk-batuk bertambah.
4. Timbul bercak merah dibelakang telinga, bagian atas lateral tengkuk, sepanjang rambut dan bagian belakang bawah.
5. Terdapat pendarahan ringan pada kulit, rasa gatal, dan muka bengkak.
6. Diare dan muntah.
7. Pembesaran kelenjar getah bening disudut *mandibula* dan didaerah leher belakang.
8. Pendarahan pada kulit, mulut, hidung.

#### D. Cacar Air (*Varisela*).

Cacar air (*varisela, chickenpox*) adalah suatu infeksi virus menular, yang menyebabkan ruam kulit berupa sekumpulan bintik-bintik kecil yang datar maupun menonjol, lepuhan berisi cairan serta keropeng, yang menimbulkan rasa gatal. Penyebabnya adalah virus *varicella-zoster*. Virus ini ditularkan melalui percikan ludah penderita atau melalui benda-benda yang terkontaminasi oleh cairan dari lepuhan kulit (Krafchik, 2000).

Gejala dari penyakit ini :

1. masa inkubasi 11-12 hari atau 13-17 hari
2. panas.
3. Lesu.
4. *Anoreksia*.
5. Kelainan *scarlatinaform* (kadang-kadang).
6. Dimulai terjadinya papula merah kecil berubah menjadi vesikel.
7. Dalam 3-4 hari erupsi tersebar di dada, lalu muka, bahu dan anggota gerak dan disertai gatal.
8. Vesikel terdapat diselaput lender mulut.

#### E. *Faringitis*.

Dalam bahasa latin adalah *pharyngitis*, adalah suatu penyakit peradangan yang menyerang tenggorokan atau *faring*. Kadang juga disebut sebagai radang tenggorokan. Radang ini dapat disebabkan oleh virus atau kuman serta daya tahan tubuh yang lemah (Minasari, 2008).

Gejala yang ditimbulkan adalah :

1. Meningkatnya suhu tubuh, sulit tidur karena rasa nyeri, *mialgia*.
2. *Malaise*, lemas, nyeri dan sukar menelan.
3. Nyeri pada ke telinga sisi yang terserang.
4. Mulut berbau karena kebersihan mulut yang tidak terpelihara.
5. Kepala nyeri jika digerakan.
6. *Murkosa* mulut yang merah dan sembab.

#### F. Demam Berdarah dengue.

Demam berdarah atau disebut juga demam dengue disebabkan oleh infeksi virus dengue yang ditularkan oleh nyamuk *aedes aegypti* (Bachtiar, 2009).

Gejala yang ditimbulkan :

1. Demam tinggi yang mendadak 2-7 hari (38 - 40 derajat *Celsius*).
2. Pada pemeriksaan uji torniquet, tampak adanya jentik (*puspura*) perdarahan.
3. Adanya bentuk perdarahan dikelopak mata bagian dalam (*konjungtiva*), Mimisan (*Epitaksis*), Buang air besar dengan kotoran (Peaces) berupa lendir bercampur darah.
4. Terjadi pembesaran hati dan tekanan darah menurun.
5. Timbulnya beberapa gejala klinik yang menyertai seperti mual, muntah, penurunan nafsu makan (*anoreksia*), sakit perut, diare, menggigil, kejang dan sakit kepala.

#### G. Demam *Tifoid*.

Penyakit Demam *Tifoid* (bahasa Inggris: *Typhoid fever*) yang biasa juga disebut *typhus* atau *types* dalam bahasa Indonesianya, merupakan penyakit

yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella enterica*, khususnya turunannya yaitu *Salmonella Typhi* terutama menyerang bagian saluran pencernaan (Widodo, 2007).

Gejala berupa:

1. Demam lebih dari seminggu.
2. Lidah kotor, mual berat sampai muntah.
3. Diare atau mencret.
4. Lemas, pusing, dan sakit perut.
5. Demam yang tinggi menimbulkan rasa lemas, pusing. Terjadinya pembengkakan hati dan limpa menimbulkan rasa sakit di perut.
6. Pingsan, tak sadarkan diri. Penderita umumnya lebih merasakan nyaman dengan berbaring tanpa banyak pergerakan, namun dengan kondisi yang parah seringkali terjadi gangguan kesadaran.

#### H. Meningitis.

Merupakan radang selaput yang menyelubungi otak dan sumsum tulang belakang. Penyakit ini harus ditangani sebagai kasus kedaruratan karena berisiko kematian tinggi. Kuman seperti *meningokokus* dan *pneumokokus*, *virus influenza* dan *basil tuberkulosa* masuk ke dalam cairan otak melalui aliran darah (Iskandar, 2002).

Gejala :

1. Kepala terasa sangat sakit.
2. Panas tinggi.
3. Leher dan otot punggung kaku.
4. Fotofobia (tidak tahan cahaya terang).
5. Kejang.
6. Koma.
7. Delirium.

#### I. Demam *Influenza*.

Demam, batuk dan pilek sering disebut dengan influenza. *Influenza (flu)* adalah suatu infeksi virus yang menyebabkan demam, hidung meler, sakit kepala, batuk, tidak enak badan (*malaise*) dan peradangan pada selaput lendir hidung dan saluran pernafasan (Widodo, 2006).

Gejala :

1. Kedinginan, demam.
2. Sakit dan nyeri diseluruh tubuh pada punggung dan tungkai.
3. Sakit kepala berat.
4. Sakit disekeliling dan belakang mata.
5. Cahaya terang memperburuk sakit kepala.
6. Rasa gatal pada tenggorokan.
7. Rasa panas didada.
8. Batuk, hidung berair.
9. Batuk berdahak, kulit hangat dan kemerahan.
10. Mulut dan tenggorok berwarna merah.
11. Mata berair dan bagian putihnya mengalami peradangan ringan.
12. Mual dan muntah.

#### J. Demam *Kawasaki*.

Penyakit *Kawasaki* adalah demam pada anak yang berkaitan dengan *vaskulitis* terutama pembuluh darah *koronaria* serta keluhan *sistemik* lainnya (Tubert, 1994).

Gejala :

1. Demam tinggi mendadak.
2. Bibir merah terang kemudian pecah dan berdarah, lidah merah (*strawberry tongue*) dan *eritema difus* pada rongga mulut dan faring.
3. *Edema* yang *induratif* dan kemerahan pada telapak tangan dan telapak kaki, kadang terasa nyeri.

4. *Eksantema* berbagai bentuk (*polimorfik*), dapat di wajah , badan dan *ektremitas*. Sering menyerupai *urtikaria* dan gatal, dapat seperti makula dan papula sehingga menyerupai campak.
5. Pembesaran kelenjer getah bening leher (*cervikal*) dijumpai sekitar 50% penderita, hampir selalu bersifat *unilateral* dan berukuran  $> 1,5$  cm.

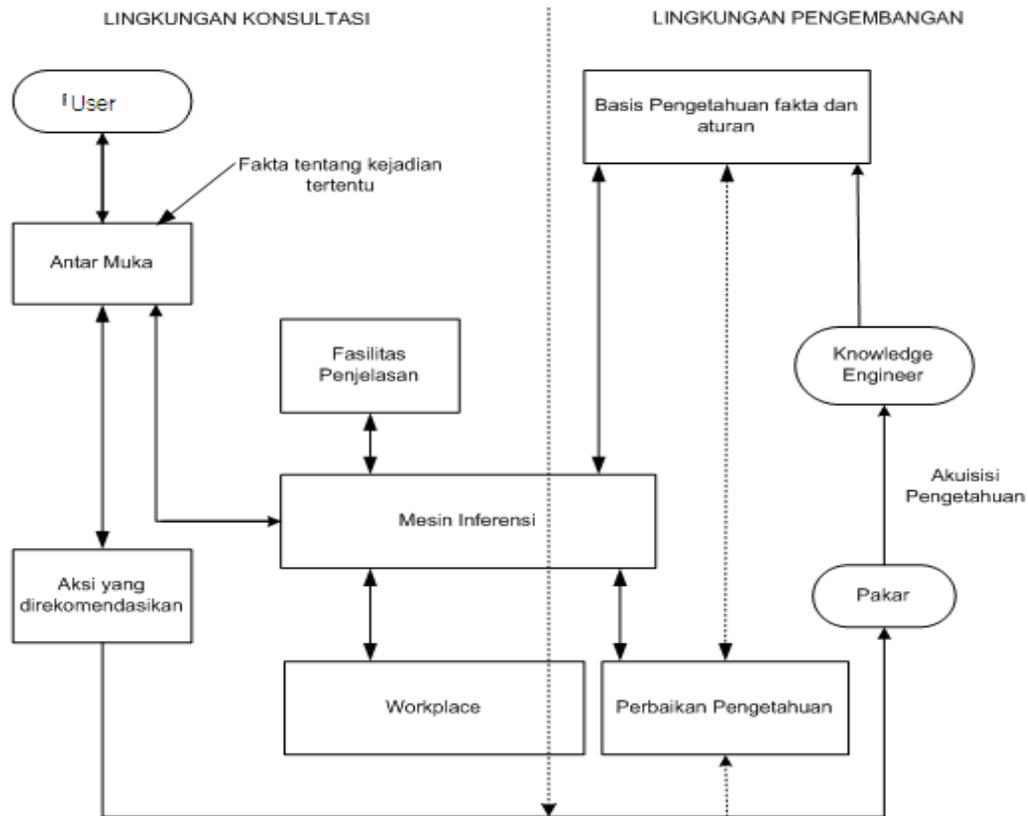
### 2.2.2. Sistem Pakar.

Menurut (Turban, 1995), sistem pakar merupakan sistem perangkat lunak atau aplikasi yang mampu mengatasi segala masalah yang setara dengan dilengkapi pakar manusia didalam bidang tertentu.

Sistem pakar memiliki beberapa unsur dasar pendukung berupa keahlian ahli, pengalihan keahlian, inferensi aturan dan kemampuan dalam menjelaskan keahlian berdasarkan pakar. Ahli adalah manusia atau *human* yang memiliki pengetahuan tertentu. Pengalihan keahlian merupakan kemampuan seorang pakar mengalihkan pengetahuan terhadap orang awam, sedangkan inferensi merupakan suatu aturan atau langkah dalam menghasilkan informasi, fakta yang telah diketahui sehingga mampu mengalihkan pengetahuan tersebut kedalam aplikasi komputer (Turban, 1995).

Dalam penyusunannya, sistem pakar mengkombinasikan kaidah-kaidah penarikan kesimpulan (*inference rules*) dengan basis pengetahuan tertentu yang diberikan oleh satu atau lebih pakar dalam bidang tertentu. Kombinasi dari kedua hal tersebut disimpan dalam komputer, yang selanjutnya digunakan dalam proses pengambilan keputusan untuk penyelesaian masalah tertentu.

Sistem pakar terdiri dari dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*Development Environment*) dan lingkungan konsultasi (*Consultation Environment*). *Development Environment* dipakai oleh pembangun sistem pakar untuk membangun komponen-komponen dan mengenalkan suatu pengetahuan kepada *knowledge base*. *Consultation Environment* dipakai oleh *user* untuk mendapatkan suatu pengetahuan yang berhubungan dengan suatu keahlian (Setiawan, 2003).



Gambar 2.1 Struktur Sistem Pakar (Turban, 1995).

Komponen-komponen yang terdapat pada Gambar 2.2 terdiri dari :

1. Antarmuka pengguna (*user interface*)  
Antarmuka pengguna dimaksudkan untuk memudahkan komunikasi program dan *user*, baik itu berupa *input* informasi dan perintah dari *user* beserta *output* informasi kepada *user*.
2. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*).  
Basis pengetahuan merupakan kumpulan informasi dari hasil wawancara atau pengalaman seorang ahli.
3. Akuisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*).  
Akuisi pengetahuan merupakan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan kedalam program komputer. Dalam tahap ini *knowledge engineer* (mesin pengetahuan) berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer ke dalam

basis pengetahuan. Pengetahuan yang diakuisi adalah *procedural* (apa yang harus dilakukan, berupa aturan, prosedur, metode, dan lain-lain) serta pengetahuan diperoleh dari pakar, dilengkapi dengan buku, basis data, laporan penelitian dan pengalaman pemakai. Ada beberapa tantangan dalam melakukan akuisi, yaitu pengetahuan yang tidak lengkap, pengetahuan yang salah, kemampuan menjelaskan pengetahuan dan pandangan yang berbeda dari beberapa pakar.

Metode akuisi pengetahuan:

- a. Wawancara : metode yang paling banyak digunakan, yang melibatkan pembicaraan dengan pakar secara langsung dalam suatu wawancara.
- b. Analisis protokol : dalam metode ini pakar diminta untuk melakukan suatu pekerjaan dan mengungkapkan proses pemikirannya dengan menggunakan kata-kata. Pekerjaan tersebut direkam, dituliskan, dan dianalisis.

#### 4. Mesin Inferensi.

Mesin inferensi merupakan pusat utama pemikiran dari sistem pakar yang memiliki kesamaan sistem penalaran dengan seorang pakar. Mesin inferensi bertindak sebagai penarik kesimpulan dan mengontrol mekanisme dari sistem pakar. Kerja mesin inferensi meliputi: (Giarratano, 1994).

- Menentukan aturan yang akan digunakan.
- Menyajikan pertanyaan kepada pengguna, ketika diperlukan.
- Menambahkan jawaban ke dalam memori sistem pakar.
- Menambahkan fakta baru dari sebuah aturan.
- Menambahkan fakta tadi ke dalam memori.

Ada dua cara dalam melakukan inferensi :

- a. *Forward Chaining* : Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis. Metode inferensi cocok digunakan untuk menangani masalah pengendalian (*Controlling*) dan peramalan (prognosis).

b. *Backward Chaining* : Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari hipotesis terlebih dahulu, dan untuk menguji kebenaran hipotesis tersebut harus dicari fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan.

5. Memori Kerja (*Working Memory*).

Memori kerja merupakan tempat penyimpanan fakta-fakta yang diketahui dari hasil menjawab pertanyaan.

6. Subsistem Penjelasan (*Explanation Subsystem*).

Komponen ini merupakan komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem kepada pemakai dengan cara menjawab pertanyaan-pertanyaan.

7. Perbaikan Pengetahuan.

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisa dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya.

Tujuan membangun sistem pakar yaitu: (Kusumadewi, 2003).

1. Sistem pakar mampu menggantikan pakar dan mengadopsi keilmuan pakar.
2. Sistem pakar mampu berada ditempat seorang pakar belum bisa menjangkaunya, misalnya tempat terpencil atau berbahaya.
3. Jumlah pakar masih relatif sedikit dibandingkan masalah yang dihadapi.
4. Sistem pakar mampu mengumpulkan dan menyediakan fasilitas penyimpanan pengetahuan lebih banyak daripada seorang pakar.
5. Tujuan dari pengembangan sistem pakar adalah agar orang awam sekalipun dapat menggunakan pengetahuan seorang pakar untuk menyelesaikan masalah
6. Sistem pakar meningkatkan produktivitas dan memperbaiki kualitas keputusan yang diambil oleh seorang pakar.

Penelitian ini menguraikan bahwa sistem pakar merupakan kecerdasan buatan yang menggabungkan mesin inferensi dan pengetahuan, dengan menyamakan fungsi keahlian pakar dalam suatu bidang tertentu. Sistem ini

bertugas sebagai pengganti pakar yang cerdas sebagai hasil himpunan pengetahuan yang terkumpul dari beberapa pakar.

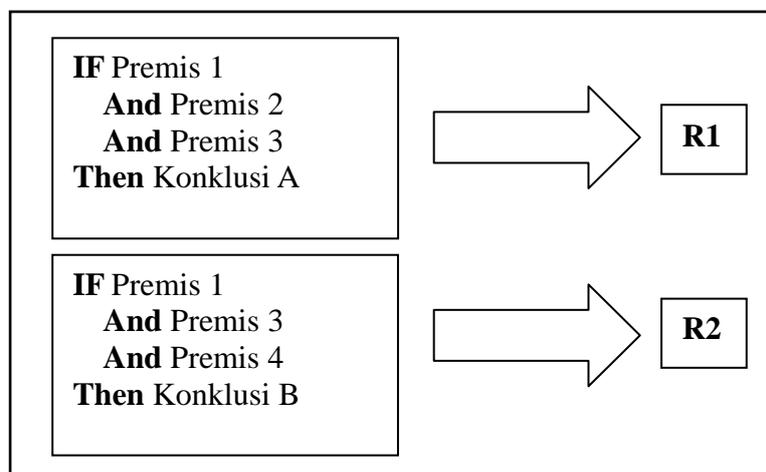
Pengembangan sistem pakar terdiri dari beberapa tahap yang terus berulang. Ini terjadi karena adanya perubahan atau tambahan pengetahuan baru. Ketika sebuah pengetahuan baru ditambahkan ke basis pengetahuan sistem pakar, sistem mengujinya untuk mengevaluasi apakah sistem mengerti atau tidak pengetahuan baru tersebut, sehingga sistem dapat belajar secara mandiri untuk menyelesaikan masalah.

### 2.2.2.1. Metode Inferensi Runut Maju (*Forward Chaining*).

Runut maju merupakan aturan yang didahulukan kondisi dan diakhiri dengan aksi. Penentuan aturan dimulai dengan menyesuaikan data dan kebutuhan, proses akan terus berlangsung hingga menemukan hasil yang dijadikan tujuan (Wilson, 1998).

Metode inferensi runut maju sesuai digunakan dalam masalah pengendalian (*controlling*) dan peramalan (*prognosis*) (Giarrattano dan Riley, 1994). Untuk memudahkan pemahaman mengenai metode ini akan diberikan ilustrasi kasus pembuatan sistem pakar sebagai berikut :

Jika diperoleh konklusi dari daftar konklusi yang ada berdasarkan premis-premis dalam aturan dan fakta yang diberikan oleh *user* . berikut ini adalah daftar aturannya atau “R” :



Gambar 2.2 Forward Chaining (Kusrini, 2008).

Aturan-aturan diatas dapat digambarkan sebagai *graph* yang menerangkan hubungan antara premis-premis dan konklusi-konklusi. Penelusuran maju pada aturan ini adalah untuk mengetahui apakah suatu fakta yang dialami oleh pengguna itu termasuk konklusi 1 atau konklusi 2, yang artinya sistem belum mampu mengambil kesimpulan karena keterbatasan aturan.

Dalam penalaran ini, *user* diminta memasukkan premis-premis yang dialami. Untuk memudahkan pengguna, sistem dapat memunculkan daftar premis mana yang dialami dengan memilih satu atau beberapa dari daftar premis yang tersedia.

#### **2.2.2.2 Partisipan dalam Proses Pengembangan Sistem Pakar.**

Pakar merupakan seseorang yang mempunyai pengetahuan, pengalaman, dan metode khusus, serta mampu menerapkannya untuk memecahkan masalah atau mengambil keputusan. Pakar menyediakan pengetahuan tentang bagaimana sistem pakar bekerja. Rekayasa pengetahuan, seseorang yang membantu pakar untuk menyusun area permasalahan dengan menerjemahkan dan mengintegrasikan jawaban pakar terhadap pertanyaan-pertanyaan dari klien, menarik analogi, serta memberikan contoh-contoh yang berlawanan, kemudian menyusun basis basis pengetahuan (Durkin, 1994).

Perkembangan pada sistem pakar berkaitan dengan kehandalan seorang pakar yang memiliki kemampuan untuk memecahkan permasalahan dan mampu memberikan solusi sehingga mampu memindahkan keahlian yang dimiliki yang dimiliki pakar menuju sebuah media elektronik seperti komputer dan kemudian sistem pakar yang sudah berubah menjadi program tersebut akhirnya dijalankan oleh pengguna yang bukan ahli dalam bidang tersebut.

#### **2.2.3. Metode *Certainty factor* (CF).**

Kemampuan sistem pakar yang memiliki kemampuan bekerja dalam ketidakpastian, sehingga mampu memberikan penyelesaian dalam pengambilan keputusan. (Giarattano & Riley, 1994). Sejumlah teori telah ditemukan untuk menyelesaikan ketidakpastian, termasuk diantaranya probabilitas klasik (*classical probability*), probabilitas Bayes (*Bayesian probability*), teori Hartley berdasarkan

himpunan klasik (*Hartley theory based on classical sets*), teori Shannon berdasarkan pada probabilitas (*Shanon theory based on probability*), teori Dempster-Shafer (*Dempster-Shafer theory*), teori fuzzy Zadeh (*Zadeh's fuzzy theory*) dan faktor kepastian (*CF*). CF diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN. CF merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. CF didefinisikan sebagai pada persamaan berikut (Giarattano dan Riley, 1994):

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H, E). \quad (3.1)$$

Dengan mengetahui :

- CF(H,E) : CF dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*) E. Besarnya CF berkisar antara -1 sampai dengan 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.
- MB(H,E) : ukuran kenaikan kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.
- MD(H,E) : ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

#### A. Menentukan CF Pararel.

Beberapa kumpulan premis akan menghasilkan sebuah aturan yang merupakan aturan CF pararel. Besarnya CF pararel dipengaruhi oleh CFUser untuk masing-masing premis dan operator dari premis. Rumus untuk masing-masing operator dapat dilihat pada persamaan 3.2,3.3 dan 3.4. (kusrini,2008).

$$CF(x \text{ dan } y) = \text{Min}(CF(x),CF(y)). \quad (3.2)$$

$$CF(x \text{ atau } y) = \text{Max}(CF(x),CF(y)). \quad (3.3)$$

$$CF(\text{Tidak } x) = - CF(x). \quad (3.4)$$

#### 2.2.4. Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan sistem yang mampu melakukan pengolahan informasi dengan memiliki kesamaan berpikir serta jaringan syaraf

biologi manusia. JST tersebut akan dibentuk dengan menggunakan model matematika. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi dengan asumsi (Siang, 2005):

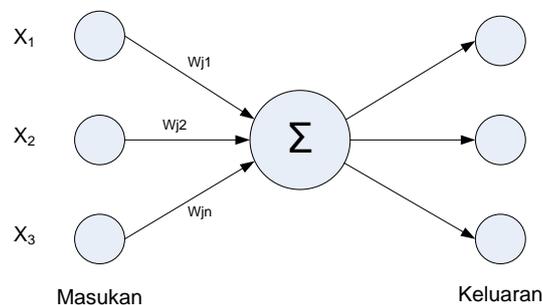
1. *Neuron* merupakan elemen sederhana yang berguna melakukan pemrosesan informasi.
2. *Neuron-neuron* akan mendapatkan sinyal dari penghubung-penghubung.
3. Penghubung antar *neuron* memiliki bobot atau nilai yang mampu memperkuat atau memperlemah sinyal.
4. Setiap *neuron* menggunakan fungsi aktivasi (bukan fungsi *linear*) yang dihubungkan pada jumlah *input* yang diterima dan menghasilkan nilai *output* dan dibandingkan dengan suatu batas ambang.

JST ditentukan oleh 3 hal (Siang,2005):

1. Pola hubungan antar *neuron* disebut arsitektur jaringan.
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung disebut metode *training/learning* algoritma.
3. Fungsi aktifasi.

#### 2.2.4.1. Model *Neuron*.

Satu sel syaraf terdiri dari tiga bagian, yaitu: fungsi penjumlah (*summing function*), fungsi aktivasi (*activation function*), dan keluaran (*output*).



Gambar 2.3 Model *Neuron* (Hermawan, 2006)

Pada Gambar 2.3, *neuron* buatan diatas mirip dengan sel *neuron* biologis. Informasi (masukan) dikirim ke *neuron* dengan bobot tertentu. Masukan ini akan diproses oleh suatu fungsi yang akan menjumlahkan nilai-nilai bobot yang ada. Hasil dari penjumlahan kemudian akan dibandingkan dengan suatu nilai ambang

(*threshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi setiap *neuron*. Apabila masukan tersebut melewati suatu nilai ambang tertentu, maka *neuron* tersebut akan diaktifkan, jika tidak, maka *neuron* tidak akan diaktifkan. Apabila *neuron* tersebut diaktifkan, maka *neuron* tersebut akan mengirimkan keluaran melalui bobot-bobot *outputnya* ke semua *neuron* yang berhubungan dengannya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *neuron* terdiri dari 3 elemen pembentuk, yaitu:

1. Himpunan unit-unit yang dihubungkan dengan jalur koneksi. Jalur-jalur tersebut memiliki bobot yang berbeda-beda. Bobot yang bernilai *positif* akan memperkuat sinyal dan yang bernilai *negatif* akan memperlemah sinyal yang dibawa. Jumlah, struktur, dan pola hubungan antar unit-unit tersebut akan menentukan arsitektur jaringan.
2. Suatu unit penjumlah yang akan menjumlahkan *input-input* sinyal yang sudah dikalikan dengan bobotnya.
3. Fungsi aktivasi yang akan menentukan apakah sinyal dari *input neuron* akan diteruskan ke *neuron* lain atau tidak.

#### **2.2.4.2. Konsep Dasar Jaringan Saraf Tiruan.**

Neuron akan memproses setiap pola-pola informasi *input* dan *output* kedalam JST. Sekumpulan *neuron-neuron* tersebut terdapat pada lapisan-lapisan yang disebut *neuron layers*. Lapisan-lapisan penyusun jaringan saraf tiruan tersebut dapat dibagi menjadi 3 (Hermawan,2006) yaitu:

1. Lapisan *input*  
Unit-unit di dalam lapisan *input* disebut unit-unit *input*. Unit-unit *input* tersebut menerima pola *inputan* data dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.
2. Lapisan tersembunyi  
Unit-unit di dalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi. Dimana *outputnya* tidak dapat secara langsung diamati.
3. Lapisan *output*  
Unit-unit di dalam lapisan *output* disebut unit-unit *output*. *Output* dari lapisan ini merupakan solusi jaringan saraf tiruan terhadap suatu permasalahan.

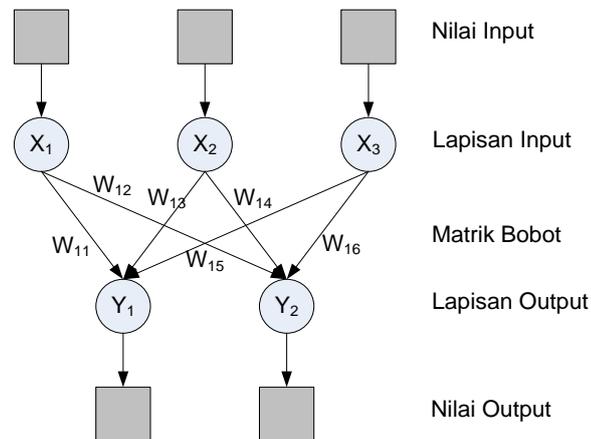
### 2.2.4.3 Arsitektur Jaringan Jaringan Saraf Tiruan.

Jaringan saraf tiruan memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Arsitektur jaringan saraf tiruan tersebut, antara lain (Kusumadewi, 2003):

#### 1. Jaringan layer tunggal (*single layer network*).

Jaringan layer tunggal memiliki lapisan yang terdiri dari 1 layer *input* dan 1 layer *output*. Setiap *neuron/unit* yang terdapat di dalam lapisan/layer *input* selalu terhubung dengan setiap *neuron* yang terdapat pada layer *output*. Jaringan ini hanya menerima *input* kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui lapisan tersembunyi.

Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu: *ADALINE*, *Hopfield*, *Perceptron*.

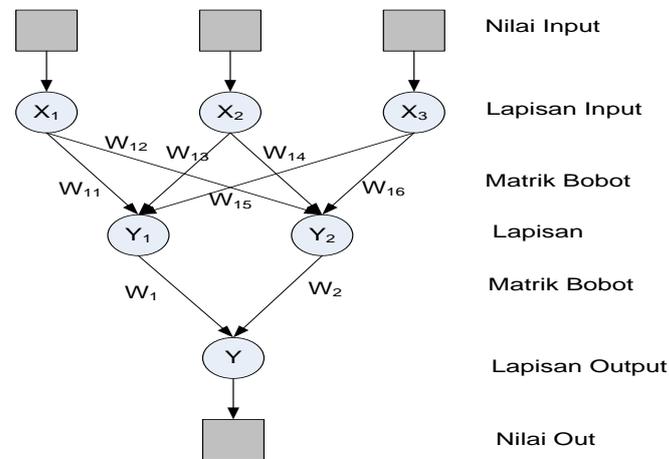


Gambar 2.4 Arsitektur layer tunggal (Hermawan, 2006).

#### 2. Jaringan layer jamak (*multi layer network*).

Jaringan layer jamak memiliki 3 jenis layer berupa layer *input*, *output*, dan juga layer tersembunyi. Kemampuan jaringan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun, proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cenderung

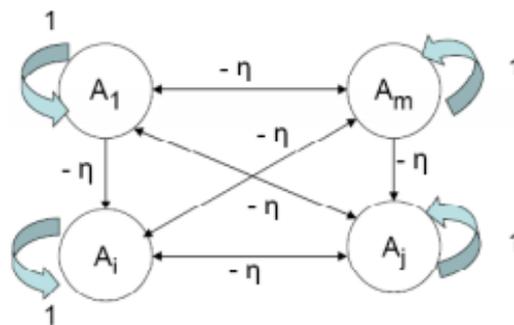
lama. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu: *MADALINE*, *backpropagation*, *Neocognitron*.



Gambar 2.5 Arsitektur layer jamak (Hermawan,2006)

3. Jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer network*).

Pada jaringan ini sekumpulan *neuron* bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Contoh algoritma yang menggunakan metode ini adalah LVQ.



Gambar 2.6 Arsitektur layer kompetitif (Hermawan,2006).

**2.2.4.4 Metode Pelatihan/Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan.**

Cara berlangsungnya pembelajaran atau pelatihan jaringan saraf tiruan dikelompokkan menjadi 3 (Puspitaningrum, 2006) yaitu:

a) *Supervised learning* (pembelajaran terawasi).

Pada metode ini, setiap pola yang diberikan kedalam JST telah diketahui

*outputnya*. Selisih antara pola *output* aktual (*output* yang dihasilkan) dengan pola *output* yang dikehendaki (*output target*) yang disebut *error* digunakan untuk mengoreksi bobot JST sehingga mampu menghasilkan *output* sedekat mungkin dengan pola target yang telah diketahui oleh JST. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini adalah: *Hebbian, Perceptron, ADALINE, Boltzman, Hopfield, Backpropagation*.

b) *Unsupervised learning* (pembelajaran tak terawasi).

Pada metode ini, tidak memerlukan target *output*. Pada metode ini tidak dapat ditentukan hasil seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu *range* tertentu tergantung pada nilai *input* yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini adalah mengelompokkan unit-unit yang hampir sama dalam suatu area tertentu. Pembelajaran ini biasanya sangat cocok untuk klasifikasi pola. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini adalah: *Competitive, Hebbian, Kohonen, LVQ (Learning Vector Quantization), Neocognitron*.

c) *Hybrid Learning* (pembelajaran hibrida).

Merupakan kombinasi dari metode pembelajaran *supervised learning* dan *unsupervised learning*. Sebagian dari bobot-bobotnya ditentukan melalui pembelajaran terawasi dan sebagian lainnya melalui pembelajaran tak terawasi. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu: algoritma RBF. Metode algoritma yang baik dan sesuai dalam melakukan pengenalan pola-pola gambar adalah algoritma *Backpropagation* dan *Perceptron*. Untuk mengenali teks berdasarkan tipe *font* akan digunakan algoritma *Backpropagation*.

#### **2.2.4.5 Fungsi Aktivasi Jaringan Saraf Tiruan.**

Fungsi aktivasi digunakan untuk menentukan keluaran suatu *neuron*. Argumen fungsi aktivasi adalah net masukan (kombinasi linier masukan dan bobotnya) (Kusumadewi, 2003). Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan adalah:

a) Fungsi Undak Biner (batas ambang).

Fungsi undak biner merupakan fungsi *threshold biner* atau fungsi *Heaviside*, Dirumuskan jika nilai ambang 0 lebih besar daripada nilai lapisan *input* ( $x$ ) maka lapisan *output* ( $y$ ) bernilai 0, dan jika nilai ambang 0 lebih kecil daripada lapisan *input* ( $x$ ) maka lapisan *output* ( $y$ ) bernilai 1.

b) Fungsi Bipolar.

Fungsi ini memiliki kesamaan pada fungsi undak biner, namun yang membedakan adalah pemberian nilai *output* yang dihasilkan berupa 1,0, atau -1. Diuraikan dengan rumus, jika nilai ambang 0 lebih kecil sama dengan lapisan *input* ( $x$ ) maka nilai *output* ( $y$ ) bernilai 1, dan jika nilai ambang 0 lebih besar daripada lapisan *input* ( $x$ ) maka nilai *output* ( $y$ ) bernilai -1.

c) Fungsi Sigmoid Bipolar.

Fungsi ini memiliki *range* antara 1 sampai -1. Fungsi ini berdekatan dengan fungsi *hyperbolic tangent* dengan memiliki nilai *range* yang sama. persamaannya sebagai berikut :

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}} \quad (3.5)$$

Dengan :

$$f'(x) = [1 + f(x)][1 - f(x)] \quad (3.6)$$

Dari persamaan diatas,  $y$  merupakan nilai *output*,  $x$  merupakan nilai *input*,

dan nilai  $f(x)$  nilai fungsi  $x$  serta  $f'(x)$  adalah nilai fungsi turunan nilai  $x$ .

#### 2.2.4.6 Model Jaringan *Backpropagation*.

Model jaringan *Backpropagation* merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Di dalam jaringan *backpropagation*, setiap unit yang berada di lapisan *input* terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan *output*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Ketika jaringan

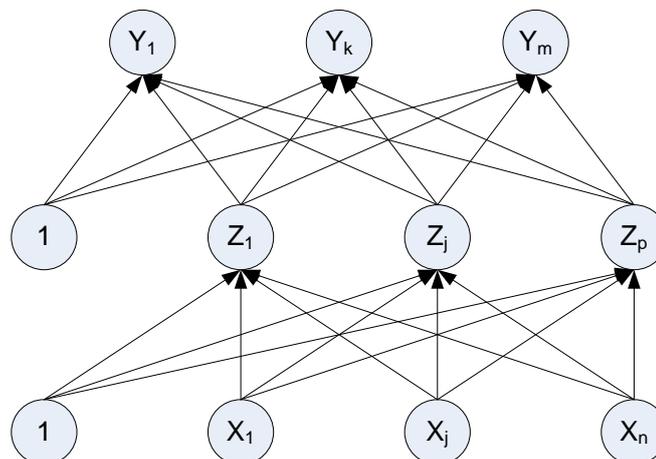
diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit di lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran JST. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan (Puspitaningrum, 2006).

Tahap pelatihan ini merupakan langkah proses melakukan pelatihan suatu JST, dengan melakukan perubahan bobot. Sedangkan penyelesaian masalah akan dilakukan jika proses pelatihan tersebut telah selesai, fase ini disebut fase pengujian (Puspitaningrum, 2006).

#### 2.2.4.7 Arsitektur Jaringan *Backpropagation*.

Setiap unit di dalam layer *input* pada jaringan *backpropagation* selalu terhubung dengan setiap unit yang berada pada layer tersembunyi, demikian juga setiap unit pada layer tersembunyi selalu terhubung dengan unit pada layer *output*. Jaringan *backpropagation* terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*) yaitu:

1. Lapisan *input* (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga n unit *input*.
2. Lapisan tersembunyi (minimal 1 buah), yang terdiri dari 1 hingga p unit tersembunyi.
3. Lapisan *output* (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga m unit *output*.



Gambar 2.7 Arsitektur *Backpropagation* (Siang,2004)

#### 2.2.4.8 Pelatihan Jaringan *Backpropagation*.

Aturan pelatihan jaringan *backpropagation* terdiri dari 2 tahapan, *feedforward* dan *backward propagation*. Pada jaringan diberikan sekumpulan contoh pelatihan yang disebut set pelatihan. Set pelatihan ini digambarkan dengan sebuah *vector feature* yang disebut dengan *vektor input* yang diasosiasikan dengan sebuah *output* yang menjadi target pelatihannya. Dengan kata lain set pelatihan terdiri dari vektor *input* dan juga vektor *output* target. Keluaran dari jaringan berupa sebuah vektor *output* aktual. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara *output* aktual yang dihasilkan dengan *output* target dengan cara melakukan pengurangan diantara kedua *output* tersebut. Hasil dari pengurangan merupakan *error*. *Error* dijadikan sebagai dasar dalam melakukan perubahan dari setiap bobot yang ada dengan mempropagasikannya kembali.

Setiap perubahan bobot yang terjadi dapat mengurangi *error*. Siklus setiap perubahan bobot (*epoch*) dilakukan pada setiap set pelatihan hingga kondisi berhenti dicapai, yaitu jika mencapai jumlah *epoch* yang diinginkan atau hingga sebuah nilai ambang yang ditetapkan terlampaui. Algoritma pelatihan jaringan *backpropagation* terdiri dari 3 tahapan yaitu:

1. Tahap umpan maju (*feedforward*)
2. Tahap umpan mundur (*backpropagation*)
3. Tahap pengupdatean bobot dan bias.

Secara rinci algoritma pelatihan jaringan *backpropagation* dapat diuraikan sebagai berikut (Kusumadewi, 2003) :

Algoritma *Backpropagation* :

1. Inisialisasi bobot, konstanta laju pelatihan ( $\alpha$ ), toleransi error atau nilai bobot (jika menggunakan nilai bobot sebagai kondisi berhenti) atau set maksimal *epoch* (jika menggunakan banyaknya *epoch* sebagai kondisi berhenti).
2. Selama kondisi belum tercapai, lakukan langkah berikutnya.

Tiap tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, melakukan :

*Feedforward*:

- a. Setiap unit *input* ( $x$ ) ( $X_i, i=1,2,3,\dots,n$ ) menerima sinyal dan meneruskan sinyal ke semua unit pada lapisan tersembunyi.
- b. Setiap unit lapisan tersembunyi ( $z$ ) ( $Z_j, j = 1,2,3,\dots,p$ ) akan menjumlahkan sinyal-sinyal *input* yang telah memiliki bobot :

$$z\_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}. \quad (3.7)$$

Untuk menghitung sinyal *output*, perlu menggunakan fungsi aktivasi :

$$z_j = f(z\_in_j). \quad (3.8)$$

Hasil dari sinyal *output* ( $z_j$ ) akan dikirimkan ke semua unit-unit *output*.

- c. Setiap unit *output* ( $y$ ) ( $Y_k, k=1,2,3,\dots,m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal *input* terbobot ( $y\_in_k$ ):

$$y\_in_k = w_{0k} + \sum_{i=1}^p z_i w_{jk}. \quad (3.9)$$

Menggunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output* yang teraktivasi ( $y_k$ ) :

$$y_k = f(y\_in_k). \quad (4.0)$$

Kirimkan sinyal tersebut ke semua unit dilapisan unit-unit *output*.

### *Backpropagation*

- d. Tiap-tiap unit *output* ( $Y$ ) ( $Y_k, k=1,2,3,\dots,m$ ) menerima target pola yang berhubungan dengan pola *input* pembelajaran, hitung informasi *error*nya :

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y\_in_k). \quad (4.1)$$

Kemudian hitung kembali koreksi bobot (untuk memperbaiki nilai  $w_{jk}$ ) :

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j. \quad (4.2)$$

Menghitung nilai bias (untuk memperbaiki nilai  $w_{0k}$ ) :

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k. \quad (4.3)$$

Kirimkan  $\delta_k$  ini ke unit-unit yang ada di lapisan bawahnya.

- e. Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j, j=1,2,3,\dots,p$ ) menjumlahkan delta *input* dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya:

$$\delta\_in_j = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}. \quad (4.5)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi *error* :

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}). \quad (4.6)$$

Kemudian hitung koreksi bobot yang digunakan untuk memperbaiki nilai  $v_{ij}$  :

$$\Delta v_{jk} = \alpha \delta_j x_i. \quad (4.7)$$

Hitung juga koreksi bobot akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $v_{0j}$  :

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j. \quad (4.8)$$

f. Tiap-tiap unit *output* ( $Y_k$ ,  $k=1,2,3,\dots,m$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $j=0,1,2,\dots,p$ ) :

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk}. \quad (4.9)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j=1,2,3,\dots,p$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $i=0,1,2,\dots,n$ ) :

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij}. \quad (5.0)$$

3. Tes kondisi berhenti.

#### 2.2.4.9 Jarak Hasil Pengujian.

Metode *Euclidean* adalah metode pengukuran jarak garis lurus (*straight line*) antara titik X ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) dan titik Y ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ ) yang berupa garis lurus. Jarak *euclidean* berfungsi untuk melakukan klasifikasi. Berikut persamaan jarak *euclidean* sebagai berikut (Harry, 2008):

$$d_E(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2}. \quad (5.2)$$

Dari persamaan diatas,  $d_E$  adalah jarak euclidean, nilai  $x$  adalah data masukan dan  $y$  adalah data berupa basis data.

Persamaan tersebut akan diimplementasikan pada saat melakukan pengujian

untuk menentukan hasil CF dengan jarak dugaan penyakit utama dan dugaan penyakit dugaan kedua.

#### 2.2.4.10 Validasi Model.

Validasi melakukan proses pengujian atau ketepatan memprediksi JST terhadap contoh selama proses pelatihan berlangsung. Tahap proses validasi dilakukan setelah diberikan pelatihan, maka model diuji dengan data yang lain. Tujuan melakukan validasi agar mengetahui sejauh mana model atau aplikasi ini dapat memprediksi nilai-nilai keluaran dari nilai-nilai masukan yang diberikan. Berikut persamaan validasi (Sandra, 2005).

$$validasi(\%) = \left[ \frac{A}{B} \right] \times 100\% . \quad (5.1)$$

Dari persamaan diatas,  $A$  adalah jumlah data hasil pendugaan yang sama dengan target, dan  $B$  adalah jumlah data target.

Persamaan 5.1, akan diterapkan pada saat melakukan penghitungan tingkat akurasi aplikasi dalam mendiagnosa gejala demam.