

**PREDIKSI TRAFIK PADA KOMUNIKASI DATA DENGAN  
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN  
METODE *RADIAL BASIS FUNCTION***



**TUGAS AKHIR**

*Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan*

*Untuk Menyelesaikan Program Strata-1 Jurusan Elektro*

*Universitas Hasanuddin*

*Makassar*

**Disusun Oleh :**

**MIMIN NAPSIATUL MUTMAINNAH**

**NUR AINUN**

**D411 08 012**

**D411 08 279**

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN INFORMASI**

**JURUSAN ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2012**



## ABSTRAK

Akses informasi saat ini telah semakin berkembang seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan trafik data. Salah satu bagian dari perencanaan jaringan telekomunikasi adalah bagaimana memprediksi kebutuhan trafik di masa yang akan datang dengan mengacu kepada pola data sebelumnya diluar dari faktor eksternal seperti kondisi geografis dan sosial ekonomi masyarakat. Kebutuhan trafik data erat kaitannya dengan kapasitas atau *bandwidth* yang dibutuhkan untuk jaringan telekomunikasi. Universitas Hasanuddin adalah wilayah yang dipilih untuk menganalisis dan memprediksi kebutuhan trafiknya di masa yang akan datang.

Pada penelitian ini digunakan Jaringan Syaraf Tiruan metode *Radial Basis Function*, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data selama 3 bulan, dari rentang tanggal 29 Juli-29 September 2012 dari pukul 00.00-23.30 yang direkam oleh software monitoring trafik, CACTI PT. Telkom Indonesia. Tbk. data yang bersifat acak dan *time series* akan diproses pada jaringan *neural network* metode *Radial Basis Function* dengan mengelompokkan data trafik berdasarkan hari yang sama seperti hari senin dikelompokkan dengan hari senin untuk minggu-minggu berikutnya dari bulan juli- September 2012, begitu pula untuk data hari selasa, rabu, kamis ,jumat dan sabtu. Setelah di kelompokkan data akan dibagi menjadi data *inputan*, data *target*, dan data uji, setelah pengelompokan data- data tersebut maka dilakukan pembelajaran/ pelatihan dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan metode *Radial Basis Function* sehingga didapatkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) terkecil.

Setelah melakukan pembelajaran dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan metode *Radial Basis Function* didapatkan tingkat keakuratan data latih trafik *inbound* sebesar 87,753% dan 90,73% untuk trafik *outbound*. Serta didapatkan tingkat keakuratan data uji trafik *inbound* sebesar 82,42% dan 72,48% untuk trafik *outbound*.

Kata kunci : *Trafik komunikasi data, Jaringan Syaraf Tiruan, Radial Basic Function.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul : “**Analisis Trafik Pada Komunikasi Data Dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan metode (*Radial Basic Function*)**”

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan tahap sarjana di Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Berbagai masalah yang bermunculan dalam penyusunan Tugas Akhir ini bukanlah halangan yang memutuskan semangat bagi penyusun, namun semua itu merupakan tantangan yang harus dihadapi dan diatasi dengan baik dalam rangka peningkatan dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

penulis menyadari bahwa selama penyusunan tugas ini banyak mendapat sumbangan pikiran serta bimbingan baik moral maupun materil dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua penyusun, **Drs. A. M Agussalim dan Sry Wedari Husain S.Pd, (Alm) H. Salim Abbas dan San'ah** beserta seluruh keluarga besar penulis atas doa restu, dukungan, nasehat, dan motivasinya. Semoga Allah membalasnya Aamiin.

2. Saudara- saudara penulis tercinta K'Nunu, K'Cece, K'Adin, k'Saleh, k'Evi, K'Eva, Nurul, Rijal dan Dandi yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar menjadi adik dan kakak yang baik.
3. Bapak **Ir. H. Syafruddin Syarif, MT** selaku pembimbing I dan bapak **Indrabayu Amirullah, ST.,MT.,M.Bus.Sys** selaku pembimbing II yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya selama membimbing dan mengarahkan penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
4. Bapak **Dr.Ir. H. Andani Achmad, MT** selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak **Dr. Elyas Palentei ST, M. Eng** selaku ketua Konsentrasi Teknik Telekomunikasi dan Informasi Jurusan Teknik Elektro.
6. Seluruh staf dosen jurusan yang telah banyak membagikan ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh staf akademik Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas pelayanannya kepada penulis.
8. Teman-teman 'SPYWARE 08' atas dukungan dan semangat persahabatannya kepada penulis, kalian tidak akan terlupakan.
9. Rekan-rekan TELKOM\_GENG, NEO Electrical Media, COOP PT.TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Manegemen Daerah BEASTUDI ETOS Makassar, KAMMI Komsat UNHAS, MADZ OKJE FT\_UH, KPAJ Makassar.

10. Tim\_ungu yang selalu membagi Semangat dan tak henti meberikan nasehat-nasehat kepada penulis.
11. Senior dan adik-adik yang telah melengkapi hidup penulis di Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
12. Teman-teman KKN Reguler angkatan 80 kecamatan sinjai tengah desa Saotanre dan kecamatan Ujungloe desa sepang bulukumba.
13. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu terimakasih atas waktu dan tenaga dalam membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Harapan penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para penuntut ilmu, baik dalam perkuliahan maupun penelitian, guna membina generasi muda penerus bangsa yang lebih berkualitas dan berdaya saing.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas ini baik isi maupun cara penyajian, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas ini.

Makassar, Oktober 2012

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

I.1 Latar Belakang .....	I-1
I.2 Perumusan Masalah .....	I-2
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	I-3
I.4 Batasan Masalah .....	I-3
I.5 Metodologi Penelitian .....	I-4
I.6 Sistematika Penelitian .....	I-5

### **BAB II LANDASAN TEORI**

II.1 <i>Komunikasi Data</i> .....	II-1
II.1.1 Jaringan <i>Komunikasi Data</i> .....	II-2
II.1.2 Transmisi Analog dan digital .....	II-4
II.1.3 Permasalahan transmisi Komunikasi data .....	II-5
II.2 <i>Multi Router Traffic Grapher (MRTG)</i> .....	II-7
II.2.1 Fitur-fitur <i>Multi Router Traffic Grapher</i> .....	II-9
II.2.2 Topologi ME unhas .....	II-10

II.3 <i>Artificial Neural Network</i> .....	II-11
II.3.1 Konsep Dasar <i>Neural Network</i> .....	II-15
II.3.2 Arsitektur Jaringan <i>Neural Network</i> .....	II-17
II.3.3 Fungsi Aktifasi <i>Neural Network</i> .....	II-19
II.3.4 Metode Pelatihan/Pembelajaran <i>Neural Network</i> .....	II-22
II.3.5 <i>Radial Basis Function Neural Network</i> .....	II-24

### **BAB III IMPLEMENTASI DAN SIMULASI JARINGAN**

III.1 Pengambilan Data.....	III-2
III.2 Pembelajaran Sistem <i>Radial Basis Function Neural Network</i> .....	III-3
III.2.1 Pengolahan Data <i>Inputan</i> .....	III-4
III.2.2 Normalisasi dan Denormalisasi.....	III-5
III.2.3 Pelatihan Sistem <i>Radial Basis Function Neural Network</i> .....	III-6
III.2.4 Validasi data aktual trafik data.....	III-8
III.3 Prediksi Penggunaan Trafik Data dengan Sistem <i>Radial Basis Function Neural Network</i> .....	III-10

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS**

IV.1. Analisis Pengolahan Variabel <i>Input</i> dan <i>Target</i> pada <i>Radial Basis Function Neural Network</i> .....	IV-2
IV.2. Analisis Hasil Output Jaringan untuk prediksi minggu terakhir bulan September Menggunakan Metode <i>RBFNN</i> .....	IV-7
IV.3 Analisis Hasil Prediksi Trafik Data Mingguan bulan Oktober 2012 Menggunakan Metode <i>Radial Basis Function Neural Network</i> .....	IV-23

**BAB V PENUTUP**

V.1 Simpulan ..... V.1  
V.2 Saran..... V.2

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Sinyal Analog .....	II-3
Gambar II.2	Sinyal <i>digital</i> .....	II-3
Gambar II.3	Tampilan Grafik pada MRTG .....	II-9
Gambar II.4	ME CACTI PT. Telkom Indonesia. Tbk.....	II-10
Gambar II.5	Topologi BTS ME Universitas Hasanuddin .....	II-11
Gambar II.6	Sebuah Sel Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-13
Gambar II.7	Model Tiruan Sebuah <i>Neuron</i> .....	II-16
Gambar II.8	Arsitektur <i>Neural Network Single Layer</i> .....	II-18
Gambar II.9	Arsitektur <i>Neural Network Multi Layer</i> .....	II-19
Gambar II.10	Arsitektur <i>Neural Network Competitive Layer</i> .....	II-19
Gambar II.11	Fungsi <i>Sigmoid Unipolar</i> .....	II-21
Gambar II.12	Fungsi <i>Sigmoid Bipolar</i> .....	II-22
Gambar II.13	Topologi <i>Radial Basis Function</i> .....	II-24
Gambar III.1	Alur Penelitian .....	III-1
Gambar III.2	Hasil Rekaman <i>software</i> monitoring trafik, CACTI.....	III-2
Gambar III.3	Hasil Rekaman pertahun <i>software</i> monitoring trafik, CACTI...	III-2
Gambar III.4	Flowchart Perancangan Sistem <i>Radial Basis Function</i> .....	III-4
Gambar. IV.1	Hasil <i>Output</i> jaringan RBFNN trafik <i>inbound</i> data latih .....	IV-10
Gambar IV.2	<i>Output</i> jaringan RBFNN trafik <i>outbond</i> dengan data latih.....	IV-11
Gambar IV.3	Grafik data latih aktual dan data prediksi trafik <i>inbound</i> RBFNN tanggal 23-29 September 2012.....	IV-13
Gambar IV.4	Grafik data aktual dan data prediksi trafik <i>outbound</i> RBFNN.	IV-14
Gambar IV.5	Hasil <i>output</i> jaringan RBFNN trafik <i>inbound</i> untuk data uji , Senin	

24/09/2012.....	IV-18
Gambar IV.6 Hasil <i>output</i> jaringan RBFNN trafik <i>outbond</i> untuk data uji , Senin, 24 Sept 2012 .....	1V-19
Gambar IV.7 Hasil Data Uji metode RBFNN tanggal 23-29 Sept 2012 .....	IV-21
Gambar IV.8 Grafik Hasil simulasi data Uji trafik <i>outbond</i> , Senin-Sabtu (23-29 September 2012) .....	
Gambar IV.9 Hasil simulasi data Uji trafik <i>inbound</i> , 1-6 Oktober 2012.....	65
Gambar IV.10 Hasil simulasi data Uji trafik <i>inbound</i> , 1-6 Oktober 2012.....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Data Latih <i>input Inbound</i> hari senin .....	IV-3
Tabel IV.2	Data Latih <i>input Outbound</i> hari senin .....	IV-4
Tabel IV.3	Hasil <i>normalisasi</i> trafik data latih <i>inbound</i> , Senin .....	IV-5
Tabel IV.4	Data target Senin, 24 September 2012.....	IV-6
Table VI.5	Hasil <i>Output</i> jaringan RBFNN dengan data latih .....	IV-9
Tabel IV.6	Nilai RMSE per hari hasil simulasi sistem untuk data latih ....	IV-12
Tabel.IV.7	Data uji <i>input</i> trafik <i>inbound</i> , hari Senin.....	IV-16
Tabel IV.8	Hasil Prediksi Trafik <i>inbound</i> RBFNN dengan Data Uji .....	IV-17
Tabel IV.9	Hasil Prediksi Trafik <i>inbound</i> RBFNN dengan Data Uji .....	IV-20
Tabel IV.10	RMSE trafik <i>Inbound</i> dan <i>Outbond</i> untuk data Uji .....	IV-21
Tabel IV.11	Data Uji sebagai <i>input inbound</i> hari Senin .....	IV-25

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang Masalah

Komunikasi data di Indonesia saat ini telah menjadi satu kebutuhan yang pokok, terutama bagi perusahaan-perusahaan bisnis maupun institusi pendidikan. Komunikasi dapat diartikan sebagai cara untuk menyampaikan atau menyebarkan data dan informasi, sedangkan informasi berarti berita, pikiran, pendapat dalam berbagai bentuk. Berbagai inovasi teknologi dalam mengemas informasi ditawarkan seiring dengan peningkatan kualitas layanan.

Adanya tingkat kebutuhan kapasitas di setiap wilayah yang berbeda-beda maka dibutuhkan analisis jaringan yang matang. Analisis jaringan biasanya digunakan untuk tiga hal seperti : penyelesaian masalah (*troubleshooting*) pada jaringan, optimasi performa/kinerja jaringan, perencanaan dan pengujian (*planning/testing*) jaringan.

Dalam penyelenggaraan jasa telekomunikasi diperlukan prediksi akan kebutuhan kapasitas jaringan agar kualitas dari layanan telekomunikasi bisa lebih maksimal. Prediksi atau peramalan adalah proses menentukan apa yang akan terjadi ke depannya dengan referensi akan kejadian di masa lalu. Trafik data yang bersifat acak menyulitkan kita untuk menentukan bagaimana perubahan trafik di masa yang akan datang. Dengan mengacu kepada pola data setiap harinya, jaringan syaraf tiruan dengan metode *Radial Basis Function* diharap mampu

menyelesaikan persoalan prediksi dengan cara yang singkat dan sesuai dengan hasil yang diinginkan.

Jika dalam monitoring dan prediksi trafik secara umum dilakukan dengan metode *konvensional*, pada tugas akhir kali ini akan diperlihatkan bagaimana Jaringan Syaraf Tiruan mampu mengolah data trafik dan membantu dalam menganalisis tingkat kebutuhan trafik dalam suatu jaringan. Penelitian ini akan menganalisis, merancang dan mengimplementasi untuk mendapatkan konfigurasi jaringan syaraf tiruan yang terbaik dalam penggunaannya untuk mengklasifikasi data.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan di antaranya :

1. Bagaimana membuat suatu sistem yang dapat memprediksi trafik data dengan jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function*.
2. Sulitnya pihak-pihak yang terkait dalam memprediksi trafik untuk masa yang akan datang.
3. Masih kurangnya sistem yang memprediksi trafik pada komunikasi data memanfaatkan aplikasi dari jaringan syaraf tiruan yang dapat membantu pihak-pihak yang terkait dalam melakukan.
4. Sejauh mana tingkat keakuratan sistem prediksi dengan metode *Radial Basis Function* dapat digunakan dalam memprediksi trafik data.

### **I.3 Tujuan Penelitian**

1. Merancang jaringan syaraf tiruan yang dapat memberikan tingkat pengenalan terbaik dalam sistem prediksi jumlah trafik pada komunikasi data.
2. Mengetahui tingkat kebutuhan trafik data di masa yang akan datang dengan memprediksi perubahan trafik menggunakan metode *Radial Basis Function neural network*.
3. Melihat pola kebiasaan pelanggan pada waktu apa saja kepadatan trafik meningkat.

### **I.4 Batasan masalah**

Agar masalah yang dibahas pada Tugas Akhir ini tidak terlalu meluas dan tidak menyimpang dari topik yang ada, maka penulis perlu membatasi masalah sebagai berikut :

1. Membahas mengenai trafik data pada jaringan UNHAS dengan bantuan software monitoring trafik Cacti
2. Prediksi trafik pada komunikasi data menggunakan jaringan syaraf Tiruan (*neural network*) dengan *Radial basis Function* karena kemudahan dalam penggunaannya, terutama untuk memprediksi.
3. Data yang digunakan untuk pelatihan dan prediksi adalah data trafik *Inbound* dan *Outbound* wilayah ME-UNHAS dari PT. Telkom Indonesia dari bulan juli 2012 sampai dengan September 2012.
4. Peramalan bersifat harian, tidak memperhitungkan hari besar.

5. Analisis yang dilakukan tidak memperhitungkan faktor – faktor pendukung penyebab perubahan jumlah Trafik. Analisis dilakukan hanya berdasarkan data jumlah Trafik yang didapatkan saat proses *survey*/ pengambilan data.

## **I.5 Metodologi Penelitian**

Metode yang akan digunakan adalah:

1. Tempat dan Periode Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin selama 7 bulan mulai dari bulan Mei 2012 sampai bulan Oktober 2012.

2. Studi Literatur

Bertujuan untuk mempelajari dasar teori dari literatur-literatur yang berkaitan tentang:

- Komunikasi Data
- Teori *Trafik*
- Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*)
- Pemrograman Matlab untuk Peramalan Trafik dan Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*).

3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem Analisis Prediksi Trafik yang tersusun dari desain sistem, termasuk di dalamnya pengumpulan data, penginputan data, dan pengolahan data melalui *neural network*.

#### 4. Pembuatan dan Pengujian Sistem

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan dan pengujian sistem yang telah dirancang untuk melihat sejauh mana keakuratan sistem yang telah dirancang.

#### 5. Penganalisaan terhadap hasil pengujian sistem dari proses pengimputan data trafik yang diujikan melalui metode *neural network*.

#### 6. Membuat simpulan mengenai hasil yang dicapai.

### **I.6 Sistematika Penulisan**

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan menggunakan sistematika sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pembahasan tentang latar belakang penulisan, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pembahasan teori dasar tentang prinsip-prinsip dasar metode *neural network*, pelatihannya, khususnya pelatihan *Radial Basis Function* serta pengetahuan dasar mengenai *Komunikasi data dan Trafik*

#### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM**

Pembahasan tentang deskripsi umum sistem, spesifikasi perangkat, data yang diteliti, serta alur perancangan dan pembuatan sistem yang dapat memprediksi trafik komunikasi data

#### BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pembahasan mengenai hasil dari sistem yang telah dibuat, termasuk di dalamnya pengujian sistem dan menganalisis hasil pengujian dari sistem prediksi data trafik dengan menggunakan *neural network* metode *radial basis function* yang telah dibuat.

#### BAB V PENUTUP

Merupakan bagian terakhir yang merangkum semua hasil yang diperoleh pada saat penyusunan Tugas Akhir dan beberapa saran yang mungkin akan diperlukan untuk penyempurnaan pembahasan dalam Tugas Akhir ini.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **II.1 Komunikasi data**

Teknologi komunikasi terus dikembangkan dengan tujuan memudahkan manusia dalam melakukan komunikasi. Para ahli terdorong untuk mengembangkan teknik telekomunikasi jarak jauh yang lebih *efisien* dengan metode telekomunikasi yang memanfaatkan teknologi elektronika, yang dikenal dengan istilah teknik komunikasi data.

Komunikasi data merupakan cara mengirimkan data menggunakan sistem transmisi elektronik dari satu komputer ke komputer lain atau dari satu komputer ke terminal tertentu. Sedangkan data itu sendiri merupakan sinyal elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sumber data yang dapat ditangkap dan dikirimkan ke terminal penerima.

##### **II.1.1 Jaringan Komunikasi Data**

Beberapa klasifikasi dari jaringan Komunikasi data[1]:

###### **1. Wide Area Networks (WAN)**

*Wide area networks* umumnya mencakup area geografis yang luas sekali, melintas jalan umum, dan perlu juga menggunakan fasilitas umum. Biasanya, suatu WAN terdiri dari sejumlah node penghubung. Suatu transmisi dari suatu perangkat diarahkan melalui node-node atau persimpangan-persimpangan internal ini menuju perangkat tujuan yang dituju. Node-node ini tidak berkaitan dengan isi data, melainkan dimaksudkan untuk menyediakan fasilitas *switchin~*

yang akan memindah data dari suatu node ke node yang lain sampai mencapai tujuan.

Biasanya, WAN diimplementasikan menggunakan satu dari dua teknologi ini: *circuit switching*. Sedangkan saat ini, frame relay dan jaringan ATM juga telah memiliki peranan penting.

## 2. *Local Area Network (LAN)*

Sama halnya dengan WAN, LAN merupakan suatu jaringan komunikasi yang saling menghubungkan berbagai jenis perangkat dan menyediakan pertukaran data di antara perangkat-perangkat tersebut:

Terdapat beberapa perbedaan utama diantara LAN dan WAN:

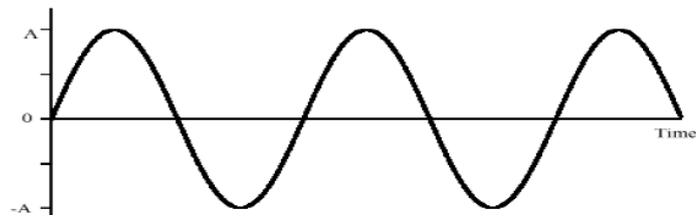
- a. Lingkup LAN kecil. Biasanya meliputi bangunan tunggal atau sekelompok gedung. Perbedaan dalam cakupan area geografis ini membawa pada solusi-solusi teknis yang berbeda pula.
- b. Merupakan hal yang umum dimana LAN dimiliki oleh suatu organisasi yang sama yang juga menguasai semua peralatan. Sedangkan untuk WAN, hanya untuk beberapa kasus tertentu saja. Suatu jaringan yang tidak dimiliki siapapun. Hal ini dua implikasi. Pertama, perawatan harus benar-benar dilakukan bila memilih LANs, sebab kemungkinan adanya investasi modal yang substansial (dibandingkan dengan *dial up* atau *leased charges* untuk WAN) dalam hal pembelian dan *maintenance*. Kedua, manajemen jaringan LAN bertanggung jawab sampai dengan tingkat *user*.

- c. Tingkat kecepatan data *internal* LAN biasanya lebih besar daripada tingkat kecepatan data *internal* WAN.

### II.1.2 Transmisi Analog dan Digital

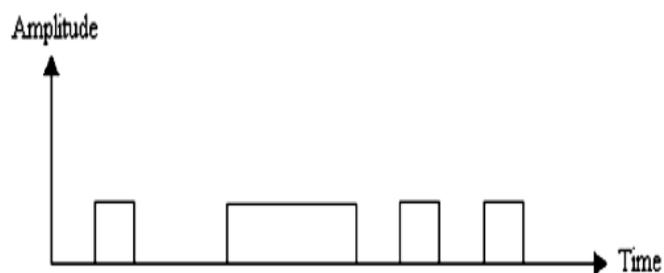
Transmisi data dibagi menjadi dua, yaitu transmisi *analog* dan *digital*.

1. Sinyal analog juga disebut dengan *broadband*, merupakan gelombang-gelombang elektronik yang bervariasi dan secara *kontinu* di transmisikan melalui beragam media tergantung frekuensinya. Sinyal analog bisa diubah ke bentuk sinyal digital dengan dimodulasi terlebih dahulu.



Gambar II.1 Sinyal Analog[2].

2. Sinyal Digital juga disebut dengan *baseband*, memuat denyut *voltase* yang ditransmisikan melalui media kawat.



Gambar II.2 Sinyal Digital[2].

Perbedaan antara dua tipe sinyal ini di antaranya :

Analog :

- a. Dirancang untuk suara (*voice*)

- b. Tidak *efisien* untuk data.
- c. Banyak terdapat *noise* dan rentan kesalahan (*error*).
- d. Kecepatannya *relative* rendah.
- e. *Overhead* tinggi
- f. Setiap sinyal analog dapat dikonversi ke bentuk digital.

Digital :

- a. Dirancang untuk data dan suara.
- b. Informasi *discrete-level*.
- c. Kecepatan tinggi.
- d. *Overhead* rendah.
- e. Setiap sinyal digital dapat dikonversi ke analog.

### II.1.3 Permasalahan Transmisi Komunikasi Data

Pada sistem komunikasi apapun, sinyal yang diterima akan selalu berbeda dengan sinyal yang dikirim. Pada sinyal analog, hal ini berarti dihasilkan variasi pada modifikasi *random* yang berakibat pada penurunan kualitas sinyal.

Pada sinyal digital, terjadi kesalahan bit. Artinya, biner '1' akan menjadi biner '0' dan sebaliknya.

Kelemahan-kelemahan tersebut secara umum adalah[2]:

1. Atenuasi dan distorsi oleh atenuasi
2. Distorsi oleh penundaan
3. Noise.

### II.1.4 Media Transmisi Komunikasi data

Media transmisi pada komunikasi data merupakan hal yang sangat penting mengingat data atau informasi yang dikirimkan harus mempunyai media untuk menyampaikan ke si penerima. Media transmisi data pada komunikasi data dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu[3]:

1. Media transmisi *guided*: merupakan media kasat mata yang mentransmisikan sekaligus memandu gelombang untuk menuju pada tujuan.

Contoh media transmisi *guided* :

➤ Media transmisi kabel

Kabel merupakan media transmisi yang sudah sejak dulu digunakan dalam sistem komunikasi data. Kabel merupakan jenis media transmisi *guided* yang mentransmisikan sekaligus memandu arah pengiriman data. Komunikasi berbasis kabel mungkin dilakukan jika jarak antara pengirim dan penerima tidak terlalu jauh dan berada dalam area local. Media kabel sering digunakan dalam jaringan telepon dan jaringan computer local. Secara umum terdapat tiga jenis kabel yang digunakan sebagai media transmisi data, yaitu:

1. Kabel *twisted pair*
  2. Kabel *koaksial*
  3. Serat optik
2. Media transmisi *un-guided*: berfungsi untuk mentransmisikan data tetapi tidak bertugas sekaligus sebagai pemandu yang mengarahkan ke tujuan transmisi.

Beberapa contoh media transmisi yang termaksud *Un-guided*, yaitu:

➤ Media Transmisi tanpa kabel (*Wireless*)

Tidak semua transmisi dilakukan menggunakan kabel. Ada transmisi yang dilakukan tanpa menggunakan kabel, yaitu yang dikenal sebagai *wireless*. Banyak contoh penerapan teknologi *wireless* dalam kehidupan sehari-hari, seperti LAN *wireless* yang menggunakan frekuensi radio, inframerah untuk berkomunikasi antar perangkat, *bluetooth* dan lain sebagainya. Gelombang radio untuk komunikasi ini terdiri dari berbagai frekuensi seperti:

1. HF (*High Frequency*)
2. VHF (*Very High Frequency*)
3. UHF (*Ultra High frequency*)

Pada media *wireless*, transmisi dan penangkapan dilakukan melalui sebuah alat yang disebut antenna. Untuk *transmisi*, antenna menyebarkan energi elektromagnetik ke dalam media (biasanya udara). Sedangkan untuk penerimaan sinyal, antena menangkap gelombang elektromagnetik dari media. Transmisi jenis ini juga disebut transmisi *wireless*, yaitu searah dan ke segala arah. Untuk konfigurasi segala arah, sinyal yang ditransmisikan menyebar ke segala penjuru dan diterima oleh banyak antena.

Ada tiga jangkauan frekuensi dalam transmisi *wireless*. Frekuensi dengan jangkauan sebesar 2 GHz sampai 40GHz, disebut sebagai frekuensi gelombang mikro. Pada frekuensi ini dimungkinkan untuk

menghasilkan sinar searah yang sangat tinggi. Gelombang mikro sesuai untuk transmisi titik ke titik.

Gelombang mikro juga digunakan untuk komunikasi satelit, memiliki jangkauan sebesar 30MHz sampai 1GHz. Frekuensi ini sesuai untuk alokasi segala arah. Jangkauannya biasa disebut sebagai siaran radio. Jangkauan lainnya adalah 300 GHz sampai 200THz (terra hertz). Frekuensi ini sesuai untuk aplikasi lokal, yaitu inframerah. Inframerah berguna untuk aplikasi multitik dari titik ke titik lokal di daerah yang terbatas, misalnya ruangan tunggal.

## **II. 2 *Multi Router Traffic Grapher***

*Multi router Traffic Grapher* (MRTG) merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk memonitoring *traffic load* dalam suatu jaringan MRTG dapat digunakan oleh seorang *user* untuk melihat *traffic load* yang terdapat pada jaringan pada kurun waktu tertentu dalam bentuk tampilan grafik[4].

MRTG dibuat dengan menggunakan bahasa *perl*, dan dapat berjalan pada beberapa sistem operasi seperti Unix/Linux, Windows, dan Netware. Pada awalnya, MRTG dibuat oleh Tobias oetiker dan dave Rand untuk memonitor *trafik router*. Selanjutnya, aplikasi ini dikembangkan sebagai *tool* yang dapat menghasilkan grafik dan statistic dari trafik jaringan . dalam *Multi router Traffic Grapher* menggunakan SNMP dan MIB, SNMP (*Simple Network management protokol*) adalah *Internet protocol Suite* yang dibuat oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF) pada sekitar tahun 1988. Tujuan awal diciptakannya protocol

SNMP ini adalah untuk mengatur berbagai device yang semakin banyak seiring dengan berkembangnya jaringan internet. SNMP merupakan protocol dari lapis aplikasi yang digunakan untuk *network management system* untuk memonitor perangkat jaringan sehingga dapat memberikan informasi yang dibutuhkan bagi pengelolanya. Dan yang dimaksud dengan MIB (*Management Informasi Base*) merupakan sekumpulan informasi yang teratur tentang keberadaan seluruh peralatan jaringan . informasi-informasi tersebut akan diambil oleh *agen* dan diberikan kepada manajer SNMP berdasarkan permintaan.

MRTG menggunakan SNMP untuk mengirimkan dua buah objek *identifiers* (OIDs) ke sebuah perangkat. Perangkat ini, harus dapat mendukung SNMP, dan kemudian MIB akan mencari OIDs yang telah dispesifikasi. Selanjutnya, MRTG akan menghasilkan HTML dari log yang dihasilkan, yang didalamnya berisi daftar trafik dalam bentuk detail grafik untuk perangkat yang dimaksud.

MRTG mengoleksi informasi dari statistic trafik jaringan dan menghasilkan grafik dalam bentuk *web pages* sehingga mudah dan menarik untuk diamati. Gambar II.3 merupakan gambar penampilan grafik yang direkam oleh software monitoring trafik, CACTI.



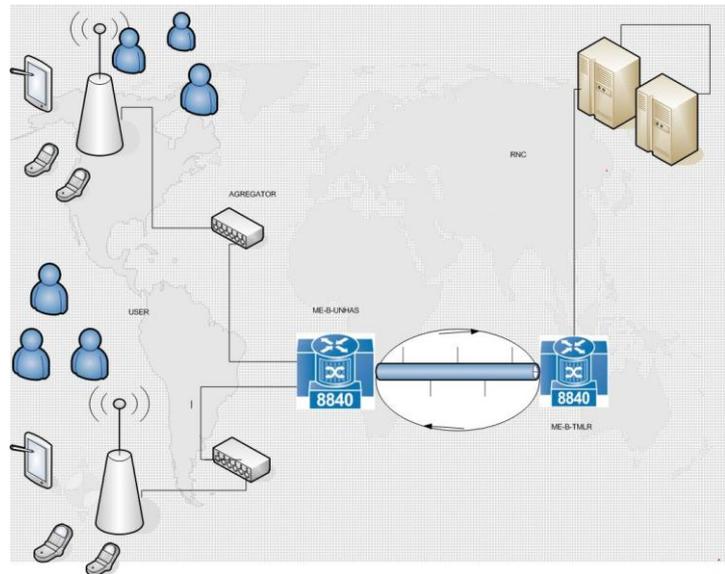
Gambar II.3 Tampilan Grafik pada MRTG[4].

## II.2 Fitur-fitur *Multi router Traffic Grapher*

Sebagai aplikasi monitoring yang banyak digunakan para system administrator saat ini, MRTG sudah memiliki cukup banyak fitur. Beberapa fitur yang dimiliki antara lain[5]:

1. Dapat mengukur dua buah nilai (1 *input*, 0 untuk *output*).
2. Mengambil data dengan menggunakan SNMP agen, atau melalui *output* yang dihasilkan dari *command line*.
3. Dapat menghasilkan laporan data setiap lima menit sekali.
4. Menghasilkan sebuah HTML per target, yang menghasilkan tampilan gambar dalam bentuk grafik
5. Menghasilkan laporan berdasarkan periode waktu tertentu (hari, minggu, bulan, tahun).





Gambar II.5 Topologi BTS ME Unhas

### II.3 Artificial Neural Network

*Artificial Neural Network* atau Jaringan Syaraf Tiruan dibuat pertama kali oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943. McCulloch dan Pitts menyimpulkan bahwa kombinasi beberapa *neuron* sederhana menjadi sebuah sistem neural akan meningkatkan kemampuan komputasinya. Bobot dalam jaringan yang diusulkan oleh McCulloch dan Pitts diatur untuk melakukan fungsi logika sederhana. Fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi *threshold*. Selanjutnya pada tahun 1958, Rosenblatt memperkenalkan dan mulai mengembangkan model jaringan baru yang terdiri dari beberapa lapisan yang disebut *Perceptron*. Metode pelatihan diperkenalkan untuk mengoptimalkan hasil iterasinya. Widrow dan Hoff pada tahun 1960 mengembangkan *Perceptron* dengan memperkenalkan aturan pelatihan jaringan, yang dikenal sebagai aturan *delta* (atau sering disebut kuadrat rata-rata terkecil). Aturan ini akan mengubah bobot *perceptron* apabila keluaran yang dihasilkan tidak sesuai dengan target yang diinginkan. Apa yang dilakukan

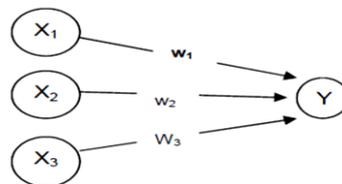
peneliti terdahulu hanya menggunakan jaringan dengan layer tunggal (*single layer*). Rumelhart bersama McClelland pada tahun 1986 mengembangkan *Perceptron* menjadi *backpropagation*, yang memungkinkan jaringan diproses melalui beberapa layer. Beberapa model jaringan syaraf tiruan juga dikembangkan oleh Kohonen pada tahun 1972 yang mengembangkan arsitektur jaringan syaraf tiruan model Kohonen dan Hopfield yang mengembangkan arsitektur jaringan syaraf tiruan model Hopfield pada tahun 1982. Pengembangan yang ramai dibicarakan sejak tahun 1990-an adalah aplikasi model-model jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah di dunia nyata[6].

Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*) merupakan paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi dimana terdiri dari unit-unit pemroses terkecil yang disebut *neuron*. Jaringan syaraf tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah seperti pengenalan pola, klasifikasi, atau deteksi karena proses pembelajaran.

Jaringan syaraf tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh karena mempunyai karakteristik yang adaptif, yaitu dapat belajar dari data-data sebelumnya dan mengenal pola data yang selalu berubah. Selain itu, *neural network* merupakan sistem tak terprogram, artinya semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran/pelatihan.

*Neuron* dalam jaringan syaraf tiruan sering diganti dengan istilah simpul. Setiap simpul tersebut berfungsi untuk menerima atau mengirim sinyal dari atau

kesimpul-simpul lainnya. Pengiriman sinyal disampaikan melalui penghubung. Kekuatan hubungan yang terjadi antara setiap simpul yang saling terhubung dikenal dengan nama bobot. Arsitektur jaringan dan algoritma pelatihan sangat menentukan model-model jaringan syaraf tiruan. Arsitektur tersebut gunanya untuk menjelaskan arah perjalanan sinyal atau data di dalam jaringan. Sedangkan algoritma belajar menjelaskan bagaimana bobot koneksi harus diubah agar pasangan masukan-keluaran yang diinginkan dapat tercapai. Dalam setiap perubahan harga bobot koneksi dapat dilakukan dengan berbagai cara, tergantung pada jenis algoritma pelatihan yang digunakan. Dengan mengatur besarnya nilai bobot ini diharapkan bahwa kinerja jaringan dalam mempelajari berbagai macam pola yang dinyatakan oleh setiap pasangan masukan-keluaran akan meningkat. Sebagai contoh, perhatikan *neuron* Y pada gambar berikut :



**Gambar II.6** Sebuah Sel Jaringan Syaraf Tiruan[6].

Y menerima *input* dari *neuron*  $x_1$ ,  $x_2$ , dan  $x_3$  dengan bobot hubungan masing-masing adalah  $w_1$ ,  $w_2$  dan  $w_3$ . Ketiga impuls *neuron* yang ada dijumlahkan  $net = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3$ . Besarnya impuls yang diterima oleh Y mengikuti fungsi aktivasi  $y = f(net)$ . Apabila nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi (keluaran model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk merubah bobot.

Jaringan Syaraf Tiruan ditentukan oleh 3 hal yaitu[7]:

1. Pola hubungan antar *neuron* (disebut arsitektur jaringan).
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung (metode *training/learning*).
3. Fungsi aktivasi, yaitu fungsi yang digunakan untuk menentukan keluaran suatu *neuron*.

Beberapa kelebihan *Neural Network* :

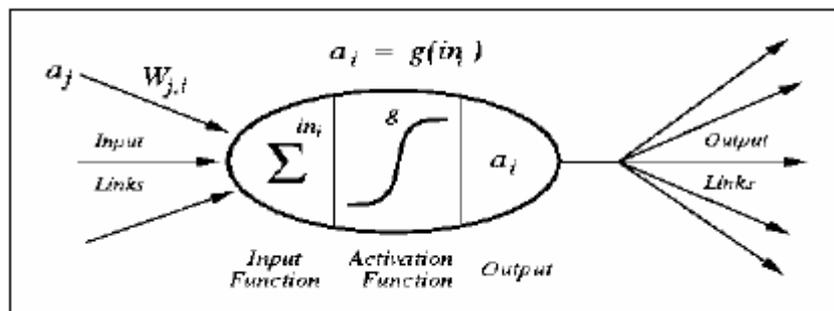
1. *Adaptif Learning* : Suatu kemampuan untuk melakukan sesuatu kegiatan yang didasarkan atas data yang diberikan pada saat pembelajaran / pelatihan atau dari pengalaman sebelumnya.
2. *Self Organization* : Dapat membuat organisasi sendiri atau merepresentasi yang didapat pada saat pembelajaran / pelatihan.
3. *Real Time Operation*, dapat melakukan perhitungan paralel dan dengan *device hardware* yang khusus dibuat akan memberikan keuntungan dengan adanya kemampuan tersebut.
4. *Fault Tolerance* melalui *Redundant Information Coding*: Kerusakan pada bagian tertentu pada jaringan akan mengakibatkan penurunan kemampuan, tetapi beberapa jaringan mempunyai kemampuan untuk menahan akibat dari kerusakan besar dari jaringan.
5. Kelebihan *Neural Network* terletak pada kemampuan belajar yang dimilikinya. Dengan kemampuan tersebut pengguna tidak perlu merumuskan kaidah atau fungsinya. *Neural Network* akan belajar mencari sendiri kaidah atau fungsi tersebut. Dengan demikian Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*) mampu digunakan untuk menyelesaikan masalah

yang rumit dan atau masalah yang terdapat pada kaidah atau fungsi yang tidak diketahui.

6. Dapat memecahkan problema non-linear yang umum di jumpai di aplikasi
7. Kemampuan memberikan jawaban terhadap *pattern* yang belum pernah dipelajari (*generalization*).
8. Dapat secara otomatis mempelajari data numerik yang diajarkan pada jaringan tersebut.
9. Kemampuan Jaringan Syaraf Tiruan dalam menyelesaikan masalah yang rumit telah dibuktikan dalam berbagai macam penelitian.

### II.3.1 Konsep Dasar Neural Network

Tiruan *neuron* dalam struktur jaringan saraf tiruan adalah sebagai elemen pemroses berfungsi seperti halnya sebuah *neuron*. Sejumlah sinyal *input*  $a$  dikalikan dengan masing-masing penimbang yang bersesuaian  $w$ . Kemudian dilakukan penjumlahan dari seluruh hasil perkalian tersebut dan *output* yang dihasilkan dilalukan kedalam fungsi pengaktif untuk mendapatkan tingkatan derajat sinyal *outputnya*  $F(a,w)$ . Walaupun masih jauh dari sempurna, namun kinerja dari tiruan *neuron* ini identik dengan kinerja dari sel biologi yang kita kenal saat ini[8].



**Gambar II.7** Model Tiruan Sebuah *Neuron*[8].

Dimana:

- $a_j$  : Nilai aktivasi dari unit  $j$
- $w_{j,i}$  : Bobot dari unit  $j$  ke unit  $i$
- $in_i$  : Penjumlahan bobot dan *input* ke unit  $i$
- $g$  : Fungsi aktivasi
- $a_i$  : Nilai aktivasi dari unit  $i$

Misalkan ada  $n$  buah sinyal *input* dan  $n$  buah penimbang, fungsi *output* dari *neuron* adalah seperti persamaan berikut,

$$in_i = \sum_j W_{j,i} \cdot a_j \quad \dots(2-10)$$

Kumpulan dari *neuron* dibuat menjadi sebuah jaringan yang akan berfungsi sebagai alat komputasi. Jumlah *neuron* dan struktur jaringan untuk setiap problema yang akan diselesaikan adalah berbeda.

Setiap pola-pola informasi *input* dan *output* yang diberikan kedalam *neural network* diproses dalam *neuron*. *Neuron-neuron* tersebut terkumpul di dalam lapisan-lapisan yang disebut *neuron layers*.

Lapisan tersebut dapat dibagi [7]:

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 *neural network* terhadap suatu permasalahan.

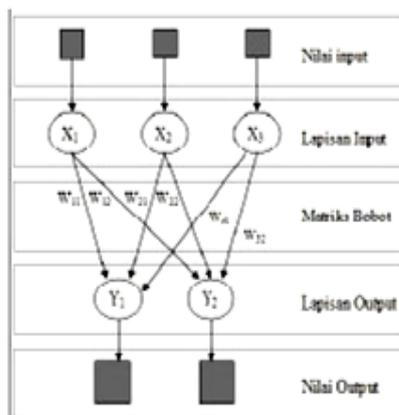
## II.3.2 Arsitektur Jaringan Neural Network

*Neural Network* memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Arsitektur *Neural Network* tersebut, antara lain[7]:

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

Jaringan dengan lapisan tunggal 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.

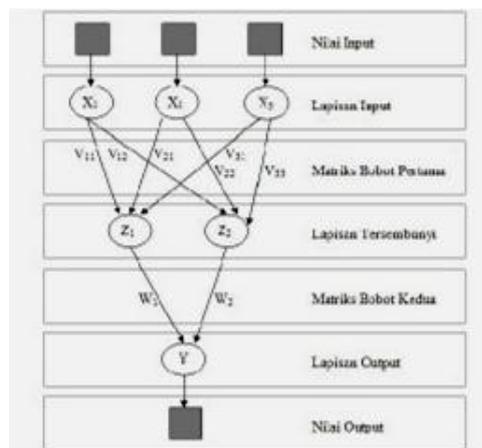
Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu : *ADALINE*, *Hopfield*, *Perceptron*.



**Gambar II.8** Arsitektur *Neural Network Single Layer*[7].

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

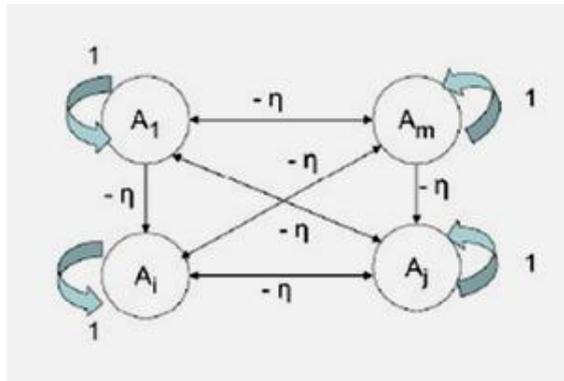
Jaringan dengan lapisan jamak memiliki ciri khas tertentu yaitu memiliki 3 jenis layer yakni layer *input*, layer *output*, dan juga layer tersembunyi. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun, proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cenderung lama. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu : *MADALINE*, *backpropagation*, *Neocognitron*.



**Gambar II.9** Arsitektur *Neural Network Multi Layer* [7].

## 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 II.10** Arsitektur *Neural Network Competitive Layer* [7].

### II.3.3 Fungsi Aktivasi Neural Network

Dalam *Neural Network*, fungsi aktivasi digunakan untuk menentukan keluaran suatu *neuron*. Banyak fungsi yang dipakai sebagai fungsi aktivasi, seperti fungsi-fungsi goniometri dan hiperboliknya, fungsi unit step, impuls, sigmoid, tetapi yang paling lazim digunakan adalah fungsi sigmoid.

Argumen fungsi aktivasi adalah net masukan (kombinasi linier masukan dan bobotnya). Jika  $net = \sum xiwi$ , maka fungsi aktivasinya adalah  $f(net) = f(\sum xiwi)$ .

Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan adalah :

a) Fungsi *threshold* (batas ambang)

$$f(x) = \begin{cases} 1 \dots x \geq a & \text{jika } x \geq a \\ 0 \dots x \leq a & \text{jika } x \leq a \end{cases} \dots(2-11)$$

Untuk beberapa kasus, fungsi *threshold* yang dibuat tidak berharga 0 atau 1, tapi berharga -1 atau 1 (sering disebut *threshold bipolar*). Jadi

$$f(x) = \begin{cases} 1 \dots x \geq a \\ -1 \dots x \leq a \end{cases} \dots(2-11)$$

Adakalanya dalam JST ditambahkan suatu unit masukan yang nilainya selalu 1. Unit tersebut dikenal dengan bias. Bias dapat dipandang sebagai sebuah *input* yang nilainya selalu 1. Bias berfungsi untuk mengubah *threshold* menjadi = 0.

b) Fungsi *sigmoid*

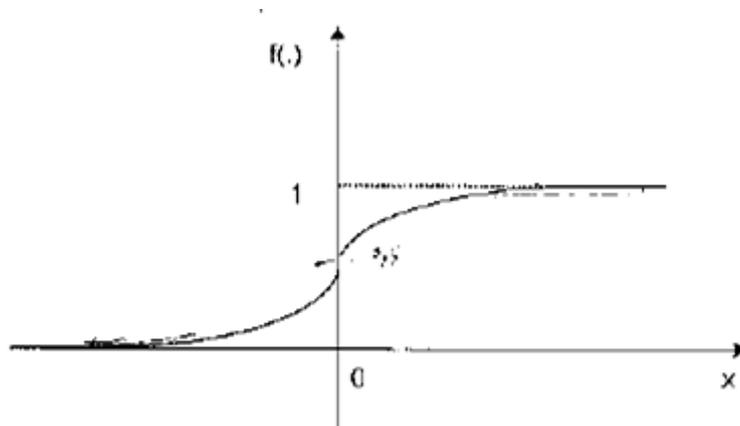
$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2-12)$$

Fungsi ini sering digunakan karena dianggap lebih mendekati kinerja sinyal pada otak manusia dan nilai fungsinya yang sangat mudah untuk didiferensiasikan seperti :

$$f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \quad (2-13)$$

Ada dua jenis fungsi sigmoid, yaitu *unipolar* dan *bipolar*. Fungsi sigmoid unipolar dituliskan pada persamaan (2-14) dan dinyatakan pada gambar II.8

$$f(x) = \left(\frac{1}{1+e^{-f(x)}}\right) \quad \dots(2-14)$$

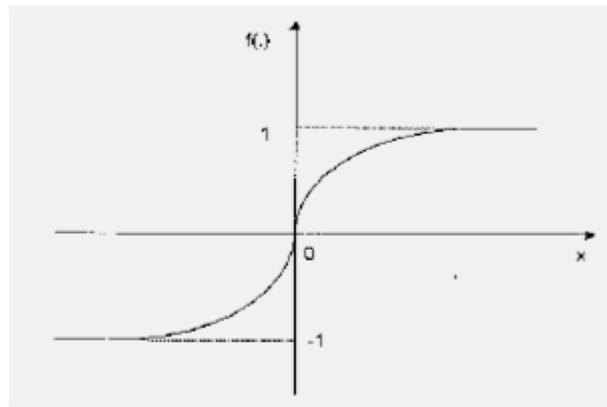


**Gambar II.11** Fungsi *Sigmoid Unipolar*

Sedangkan fungsi aktivasi sigmoid bipolar adalah persamaan 2-15 atau 2-16. Persamaan 2-16 disebut juga persamaan tangen hiperbolik, dan bentuk fungsinya seperti pada gambar II.12.

$$y = \left[ \frac{1 - e^{-f(x)}}{1 + e^{-f(x)}} \right] \quad \dots(2-15)$$

$$y = \left[ \frac{e(x) - e(-x)}{e(x) + e(-x)} \right] \quad y = \left[ \frac{1 - e(-2x)}{1 + e(-2x)} \right] \quad \dots(2-16)$$



**Gambar II.12** Fungsi Sigmoid Bipolar

c) Fungsi identitas

$$f(x) = x \quad \dots(2.17)$$

Fungsi identitas sering digunakan jika diinginkan keluaran jaringan berupa bilangan riil acak (bukan hanya pada range 0 dan 1 atau 1 dan -1).

### II.3.4 Metode Pelatihan/Pembelajaran Neural Network

Cara berlangsungnya pembelajaran atau pelatihan JST dikelompokkan menjadi 3 yaitu[8] :

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 JST 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)

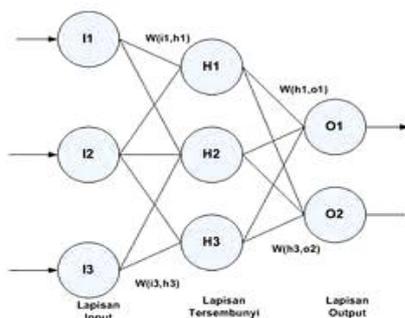
Merupakan kombinasi dari metode pembelajaran *supervised learning* dan *unsupervised learning*. Sebagian dari bobot-bobotnya ditentukan melalui pembelajaran terawasi dan sebagian lainnya melalui pembelajaran tak terawasi. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu algoritma *RBF*.

### II.3.5 Radial Basis Function Neural Network

*Radial Basis Function* adalah model *neural network* yang mentransformasi input secara nonlinear dengan menggunakan fungsi aktivasi Gaussian pada lapisan unit *hidden* sebelum diproses secara linear pada lapisan output.

Dalam penerapannya, model *Radial Basis Function* mengandung sejumlah parameter (*weight*) yang harus ditaksir. Untuk mendapatkan *model Radial Basis Function* yang sesuai, perlu menentukan kombinasi yang tepat antara jumlah variabel *input*, jumlah node (*cluster*) pada unit *hidden layers*, nilai tengah dan standar deviasi (skala atau *width*) dari variabel input pada setiap *node*, yang berimplikasi pada jumlah parameter yang optimal.

Seperti halnya jaringan saraf tiruan yang lain, *Radial Basis Function* juga memiliki topologi jaringan. Topologi milik *Radial Basis Function* terdiri atas unit lapisan masukan (*input*), unit lapisan tersembunyi (*hidden*), dan unit lapisan keluaran (*output*).



**Gambar II.13** Topologi *Radial Basis Function*[8].

Pada jaringan radial basis function, pemrosesan sinyal dari *input layer* ke *hidden layer* bersifat nonlinier, sedangkan dari *hidden layer* ke *ouput layer* sifatnya *linear*. Pada *hidden layer* digunakan sebuah fungsi aktivasi yang berbasis *radial*, misalnya fungsi Gaussian. Fungsi Gaussian bisa dituliskan sebagai berikut,

$$\phi(r) = \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right) \quad \sigma > 0 \quad (2-18)$$

di mana  $\sigma$  adalah nilai *spread*

$$\sigma = \frac{\text{jarak maksimum antara 2 pusat}}{\sqrt{\text{banyaknya pusat}}} = \frac{d \max}{\sqrt{m1}}$$

Nilai *spread* menentukan bagaimana data tersebar. Jika nilai *spread* makin besar sensitivitas antardata semakin berkurang.

Radial Basis Function bersifat *feed-forward* dimana jaringan *feed-forward* adalah jaringan yang sinyalnya bergerak dari *input* kemudian melewati lapisan tersembunyi dan akhirnya mencapai unit *output* (mempunyai struktur perilaku yang stabil).

Tipe jaringan *feed-forward* mempunyai sel syaraf yang tersusun dari beberapa lapisan. Lapisan *input* bukan merupakan sel syaraf. Lapisan ini hanya memberi pelayanan dengan mengenalkan suatu nilai dari suatu variabel. Lapisan tersembunyi dan lapisan *output* sel syaraf terhubung satu sama lain dengan lapisan sebelumnya. Kemungkinan yang timbul adalah adanya hubungan dengan beberapa unit dari lapisan sebelumnya atau terhubung semuanya.

Berguna atau setidaknya suatu jaringan saraf tiruan ditentukan dari hasil pelatihannya yang berupa bobot neuronnya. *Radial Basis Function* memiliki algoritma pelatihan yang agak unik karena terdiri atas metode *supervised* dan *unsupervised* sekaligus, dimana metode *supervised* merupakan metode yang setiap pola yang diberikan ke dalam jaringannya 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 jaringan. Sedangkan metode *unsupervised* adalah metode yang tidak membutuhkan target *output*. Pada metode ini tidak dapat ditentukan hasil seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Kombinasi antara 2 jenis metode ini pada jaringan *Radial Basis Function* menghasilkan suatu sistem yang handal dalam mengatasi ketidaklinearan sistem itu sendiri.