

**KALSIFIKASI PH LARUTAN MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF
TIRUAN DENGAN METODE BACKPROPAGATION**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana di

Jurusan Teknik Elektro



Oleh :

Nama : Weriansya Putra

No. Mahasiswa : 05524014

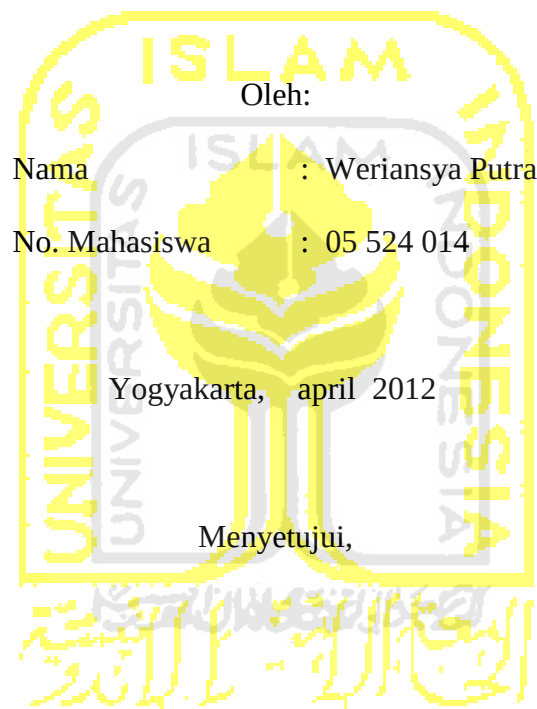
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2012

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**KALSIFIKASI PH LARUTAN MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF
TIRUAN DENGAN METODE BACKPROPAGATION**

TUGAS AKHIR



Pembimbing I

Pembimbing II

Tito Yuwono, ST., M.Sc

Dwi Ana Ratna Wati, ST., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**KLASIFIKASI PH LARUTAN MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF
TIRUAN DENGAN METODE BACKPROPAGATION**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Weriansya Putra

No. Mahasiswa : 05 524 014

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 27 April 2012

Tim Penguji,

Tito Yuwono, ST.,M.Sc.

.....

Ketua

Ir. Hj. Budi Astuti, MT.

.....

Anggota I

Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng.

.....

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Islam Indonesia

Tito Yuwono, ST., M.Sc.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati,

Karya sederhana ini Kupersembahkan untuk:

Allah SWT Atas segala kemudahan yang Engkau berikan, sehingga satu

amanahmu mampu hamba selesaikan

Sholawat dan salam teruntuk Junjungan kita Nabi Muhammad SAW Yang

telah membawa manusia dari alam kegelapan ke dunia terang benderang

dan yang selalu kunanti syafaatnya kelak di yaumul qyamah

allahuma amien....

Ayahanda dan Ibunda yang telah mengukir jiwa & agaku hingga detik ini

Temen_temenku:

"All Angkatan "TE 05", muzzy, Gibran dan smuanya"

Yang telah hadir dalam hidupku dan menggoreskan beraneka tulisan dan

lukisan yang tertoreh dalam catatan perjalananku.

Dan jasa para pendidik yang telah mengantarkanku

hingga hari ini

HALAMAN MOTTO

"... Dan barangsiapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan
menjadikan baginya jalan kemudahan dalam urusannya"

(Al Qur'an QS. Ath Thalaq : 4)

"sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu
telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-
sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu
berharap"

(Al Qur'an Asy Syarh : 6-8)

Menjadi orang penting itu baik, tapi menjadi orang baik itu
jauh lebih penting

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Syukur alhamdulillah tak henti- hentinya dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang mana telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rosulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul “Klasifikasi pH Larutan Menggunakan JST dengan Metode Backpropagation” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini, ungkapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, kerjasama, fasilitas dan kemudahan lainnya. Untuk itu, dengan ketulusan hati saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat baik secara materil maupun moril, hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan
2. Bapak Tito Yuwono, ST, MSc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia dan sekaligus pembimbing 1 dalam tugas akhir ini.

3. Ibu Dwi Ana Ratna Wati, ST, M.Eng. selaku Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman muzzy, Gibran, yustian , nanang dan masih banyak lainnya yang tak bias disebutkan satu-persatu, yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Orang Tua yang selalu memberikan semangat, dan para sepupuku yang selalumerikan semangat.
6. Dan banyak pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak demi kemajuan penulis di masa mendatang.

Harapan penulis laporan tugas akhir ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Juli 2010

Penulis

ABSTRAKSI

Klasifikasi pH larutan dengan JST Backpropagation dibuat dengan maksud menerapkan ilmu JST Backpropagation dalam mengklasifikasikan pH larutan dan mempermudah orang awam untuk mengetahui nilai pH dari campuran larutan secara otomatis dengan menggunakan media komputer. Aplikasi ini menggunakan JST dengan 3 lapisan (5 hidden layer dan 1 output layer). Algoritma belajar yang digunakan untuk klasifikasi pH campuran ini adalah Supervised Learning dengan metode Backpropagation. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dari berbagai algoritma perubahan bobot dan dengan mengubah lapisan tersembunyinya, penulis menggunakan fungsi pelatihan atau algoritma perubahan bobot 'Trainrp' dengan menggunakan 5 lapisan tersembunyi karena hasil pembentukan JST Backpropagation sudah mendekati target dengan fungsi kinerja ($MSE = 0.000140$) pada epoch ke 20000. Dari hasil pembentukan JST Backpropagation sudah dapat digunakan untuk menentukan nilai pH dari campuran. Hal ini berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan membandingkan hasil dari JST Backpropagation terhadap hasil yang didapat dengan pengukuran pH dengan pH phmeter, dari hasil analisa yang telah dilakukan JST Backpropagation ini memiliki nilai $error=0.097$, sehingga untuk lebih memperkecil erronya peneliti melakukan perbaikan terhadap JST dengan cara melatihnya kembali. JST yang terbentuk melalui proses perbaikan mempunyai $error = 0,067$.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar	vi
Abstraksi	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan	5

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1 PH	7
2.1.1 Pengertian Asam	8
2.1.2 Penjelasan Basa	11
2.1.3 Sifat Keasaman dan Kebasaan Suatu Zat	15
2.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	15
2.2.1 Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan	20
2.2.2 Fungsi aktivasi	21
2.3 Metode Backpropagation	26
2.3.1 Arsitektur Jaringan Metode Backpropagation	27
2.4 Pemograman JST Backpropagation Dengan Matlab	30

BAB III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisa Sistem	32
3.2 Analisis Kebutuhan	33
3.2.1 Penetapan Input	33
3.2.2 Penetapan Target Pelatihan	34
3.2.3 Proases Pelatihan dan Pengujian	34
3.3 Inialisasi Parameter	34
3.3 Perancangan Perangkat lunak	37
3.4 Perancangan Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan	39
3.4.1 Hasil Pelatihan JST dengan 1 Lapisan Tersembunyi	40

3.4.2 Hasil Pelatihan JST dengan 2 Lapisan Tersembunyi	42
3.4.3 Hasil Pelatihan JST dengan 3 Lapisan Tersembunyi	43
3.4.4 Hasil Pelatihan JST dengan 4 Lapisan Tersembunyi	45
3.4.5 Hasil Pelatihan JST dengan 5 Lapisan Tersembunyi	47

BAB IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Pengujian JST	49
4.2 Perbaikan Jaringan Syaraf Tiruan	52
4.3 Analisa Error Dari Jaringan Syaraf Tiruan Perbaikan	53

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Sel Syaraf Biologis	16
Gambar 2.2 Model tiruan neuron	17
Gambar 2.3 jaringan multi layer	18
Gambar 2.4 grafik fungsi undak biner	22
Gambar 2.5 grafik fungsi nilai ambang	22
Gambar 2.6 grafik fungsi bipolar	22
Gambar 2.7 grafik fungsi bipolar dengan thersold	23
Gambar 2.8 grafik fungsi linear	23

Gambar 2.9 grafik fungsi saturating linear	24
Gambar 2.10 grafik fungsi saturating linear	24
Gambar 2.11 grafik fungsi sigmoid biner	25
Gambar 2.12 grafik fungsi sigmoid bipolar	25
Gambar 2.13 Arsitektur backpropagation	27
Gambar 3.1 Diagram alir sistem	37
Gambar 3.2 Diagram alir pengujian sistem	38
Gambar 3.3 grafik perfoma pelatihan 1 lapisan tersembunyi	40
Gambar 3.4 grafik progression pelatihan 1 lapisan tersembunyi	41
Gambar 3.5 grafik perfoma pelatihan 2 lapisan tersembunyi	42
Gambar 3.6 grafik perfoma pelatihan 2 lapisan tersembunyi	42
Gambar 3.7 grafik perfoma pelatihan 3 lapisan tersembunyi	44
Gambar 3.8 grafik perfoma pelatihan 3 lapisan tersembunyi	44
Gambar 3.9 grafik perfoma pelatihan 4 lapisan tersembunyi	45
Gambar 3.10 grafik perfoma pelatihan 4 lapisan tersembunyi	46
Gambar 3.11 grafik perfoma pelatihan 5 lapisan tersembunyi	47
Gambar 3.12 grafik perfoma pelatihan 5 lapisan tersembunyi	47
Gambar 4.1 Perbandingan antara PH yang di JST dengan PH dengan PH meter..	51
Gambar 4.2 Grafik performa JST setelah perbaikan	52
Gambar 4.3 Perbandingan antara PH di JST (perbaikan) dengan PH meter	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Soure code hasil dari pelatihan jaringan	41
Tabel 3.2 Soure code hasil dari pelatihan jaringan	43
Tabel 3.3 Soure code hasil dari pelatihan jaringan	44
Tabel 3.4 Soure code hasil dari pelatihan jaringan	46
Tabel 3.5 Soure code hasil dari pelatihan jaringan	48
Tabel 4.1 Perbandingan Besarnya Error JST sebelum Perbaikan	50
Tabel 4.2 Soure code hasil dari pelatihan jaringan	52
Tabel 4.3 Perbandingan Besarnya Error JST Setelah Perbaikan	53



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini terdapat berbagai macam larutan yang mengandung asam dan basa yang digunakan dalam bidang industri, contohnya basa digunakan untuk membuat shampo, detergen, sabun dan masih banyak yang lainnya, sedangkan asam banyak digunakan antara lain dalam proses pembuatan pupuk, obat-obatan, bahan peledak, plastik, dan pembersihan permukaan logam-logam tertentu. Untuk mendapatkan campuran larutan yang diinginkan maka perlu diperhatikan nilai pH dari masing-masing larutannya agar hasil yang didapat sesuai dengan yang diinginkan dan aman digunakan, untuk itu maka perlu dilakukan pengukuran pH terhadap larutan tersebut. Pengukuran pH banyak digunakan di laboratorium dan di industri makanan dan minuman pengolahan air, dan lain-lain. Baik tidaknya pengukuran pH akan berpengaruh pada kualitas produk yang terbentuk. Oleh sebab itu, pengukuran yang akurat diperlukan untuk menjamin kualitas produk yang sesuai dengan spesifikasi. Dalam dunia industri pangan untuk mendapatkan kualitas larutan yang baik, salah satunya faktor yang mempunyai peran penting adalah pencampuran larutan. Larutan dengan kondisi basa akan mengakibatkan rasa pada larutan akan terasa pahit, sedangkan larutan dengan kondisi yang asam akan terasa asam. Ada beberapa cara untuk menentukan nilai dari pH larutan yaitu dengan pengukuran menggunakan pH meter atau dengan kertas lakmus, seiring dengan kemajuan zaman dapat juga dilakukan menggunakan komputer.

Komputer sebagai sarana bantu manusia untuk menyelesaikan pekerjaan sehari-hari di segala bidang. Komputer pada dasarnya digunakan sebagai mesin ketik, tapi kini telah berkembang menjadi alat kontrol atau pengendali baik dalam bidang pendidikan maupun industri. Untuk memecahkan masalah dengan komputer seseorang harus membuat *programnya* terlebih dahulu yang kemudian akan dieksekusi menggunakan komputer untuk menghasilkan suatu hasil. Komputer tanpa *program* tidak dapat berjalan secara maksimal. Pada dunia pendidikan, komputer dapat melakukan proses dalam mengklasifikasikan suatu data. Pengklasifikasian data dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan metode *Backpropagation*.

Pada penelitian tugas akhir ini peneliti mencoba untuk membuat suatu sistem cerdas untuk mengklasifikasikan pH campuran larutan asam dan basa. Peneliti mencoba untuk membuat suatu aplikasi yang dapat memangkas proses yang panjang dalam melakukan klasifikasi pH campuran larutan asam dan basa dengan cara menggunakan *software*. Dengan menggunakan *software* ini diharapkan dapat mengklasifikasikan secara cepat dan akurat suatu data walaupun data tersebut ada banyak dan bermacam-macam. Ada banyak sistem/metode yang dapat di pakai pada penelitian ini, namun dalam penelitian ini sistem yang di pakai adalah sistem yang menggunakan JST, peneliti menggunakan sistem ini karena sistem ini merupakan sistem yang terawasi, kelemahan JST yang terdiri dari dari layar tunggal membuat perkembangan JST menjadi terhenti pada sekitar tahun 1970-an. Penemuan *Backpropagation* yang terdiri dari beberapa layar

membuka lagi cakrawala. Terlebih setelah berhasilnya ditemukan berbagai aplikasi yang dapat diselesaikan dengan *Backpropagation*. Selain itu JST merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang di desain dengan cara menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot *sinapsisnya*. JST mampu melakukan pengenalan kegiatan berbasis data masa lalu. Data masa lalu akan di pelajari oleh JST sehingga mempunyai kemampuan untuk memberikan keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari. Kelebihan dari klasifikasi pH campuran larutan asam dan basa menggunakan JST antara lain:

1. Kemampuan melakukan proses pembelajaran.
2. Kemampuan beradaptasi.
3. Dapat membantu seseorang mengetahui secara cepat hasil campuran larutan tersebut termasuk asam, basa atau netral dengan cara memasukan data pH ke sistem.

JST disusun untuk mampu mengenali dan meniru pola pemetaan dari pasangan sinyal masukan ke sinyal keluaran yang di inginkan, karena itu parameter JST dapat ditentukan dengan melatih JST tersebut dengan pola masukan keluaran yang telah benar dengan beberapa aturan pembelajaran.

Bahasa *pemerograman* yang digunakan dalam sistem ini adalah Matlab. Matlab telah berkembang menjadi sebuah *environment pemerograman* yang canggih yang berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linear, dan kalkulasi matematis lainnya. Matlab juga berisi *toolbox* yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus. Bahasa pemrograman

ini banyak digunakan untuk perhitungan numerik keteknikan, komputasi simbolik, visualisasi grafis, analisa data matematis dan banyak lainnya, Matlab juga bersifat *ekstensibel*, dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk di tambahkan pada *library* ketika fungsi-fungsi *built-in* yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan di atas, maka dapat dibuat suatu rumusan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memperoleh data pH dari berbagai macam jenis larutan asam dan basa.
2. Bagaimana mengklasifikasikan data pH campuran 2 larutan dengan berbagai volumenya menggunakan JST.
3. Bagaimana penyusunan dan perancangan arsitektur JST yang digunakan untuk mendapatkan keputusan yang optimal dengan tingkat akurasi semaksimal mungkin.

1.3 Batasan Masalah

Dengan adanya proses yang harus diselesaikan pada proses klasifikasi pH larutan menggunakan JST dengan metode *Backpropagation* berbasis Matlab. Maka pada penelitian ini dibatasi hal-hal sebagai berikut:

1. Proses mendapatkan data pH campuran larutan asam dan basa menggunakan rumus kimia.
2. Proses pengklasifikasian data menggunakan JST.

- 3 Perbandingan antara hasil yang ditampilkan oleh JST dengan hasil pengukuran yang didapat dengan pH meter.
- 4 Pada saat pengukuran dengan pH meter hasilnya sering berbeda tetapi tidak terlalu besar ini dikarenakan sensor dari pH meter yang sangat sensitive terhadap larutan baik asam maupun basa.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan dan mengolah suatu data menggunakan sistem cerdas yaitu JST, dan untuk mendapatkan suatu hasil yang berupa keluaran yang akurat dengan cara pengolahan datanya dan melakukan berbagai pelatihan menggunakan JST dengan metode *Backpropagation*.

1.5 Sitematika Penulisan

Sitematika penulisan dan pembahasan pada laporan tugas akhir ini dapat di jelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini di uraikan tentang judul, latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah dan tujuan serta sistematika pembahasan dari tugas akhir ini sendiri.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan teori mengenai JST dan *identifikasi* sistem mengenai hal-hal yang mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini, serta komponen-komponen pendukungnya.

BAB III PERANCANGAN SISTEM.

Dalam bab ini dijelaskan tentang perancangan perangkat lunak dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Perangkat lunak yang digunakan adalah JST menggunakan metode *Backpropagation* dengan Matlab.

BAB 1V PENGUJIAN ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari perancangan yang telah dibuat, akan menghasilkan suatu *software* yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi suatu data dan menghasilkan keluaran berdasarkan data pH campuran larutan yang masuk. Kemudian dilakukan beberapa analisa serta pengujian terhadap *software*, untuk menguji seberapa jauh kebenaran yang di hasilkan serta untuk memperoleh keluaran yang memiliki tingkat eror paling kecil di bandingkan pengujian yang lainnya.

BAB V PENUTUP

Dari tahapan-tahapan diatas tersebut, maka pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dari pengujian pengklasifikasikan data menggunakan JST dengan metode *Backpropagaion*. Serta sarana-sarana yang mendukung agar penelitian yang telah dilakukan menjadi lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PH

PH (power of hydrogen) adalah tingkatan yang menunjukkan asam atau basanya suatu larutan yang diukur pada skala 0 s/d 14. Untuk pH air minum skala yang sesuai standar kesehatan adalah 6,5 s/d 8,5, jika dibawah 6,5 maka air tersebut dikatakan asam dan diatas 8,5 adalah basa. Beberapa asam dan basa sangat berbahaya. Nilai 7 menunjukkan suatu zat bersifat netral (tidak asam-tidak basa). Suatu asam memiliki nilai pH yang lebih kecil dari 7. Semakin nilai pH mendekati angka 0, maka tingkat keasamannya semakin kuat, sedangkan jika nilai pH suatu zat mendekati 7, maka tingkat keasamannya semakin lemah (berkurang). Senyawa basa memiliki nilai pH yang lebih besar dari 7. Semakin nilai pH mendekati nilai 1, tingkat kebasaannya semakin kuat. Menurut Sorensen, pH merupakan fungsi negatif logaritma dari konsentrasi ion H^+ dalam suatu larutan, dan dirumuskan sebagai berikut :

$$pH = -\log [H^+] \quad (2.1)$$

Dengan analogi yang sama , untuk menentukan harga kosentrasi OH^- dalam larutan dapat digunakan rumus harga pOH sebagai berikut:

$$pOH = -\log [OH^-] \quad (2.2)$$

Dalam kesetimbangan air terdapat kesetimbangan:

$$K_w = [H^+][OH^-] \quad (2.3)$$

Jadi dengan menggunakan konsep $-\log = p$, maka:

$$-\log K_w = -\log ([H^+][OH^-]) \quad (2.4)$$

$$-\log K_w = (-\log [H^+]) + (-\log [OH^-]) \quad (2.5)$$

$$pK_w = pH + pOH \quad (2.6)$$

Oleh karena pada suhu 25° C harga $K_w = 10^{-14}$, maka dapat disimpulkan bahwa:

$$pH + pOH = 14 \quad (2.7)$$

2.1.1 Asam

Asam berkaitan dengan salah satu tanggapan indra pengecap kita terhadap suatu rasa masam. Secara kimia asam dapat didefinisikan sebagai senyawa yang menghasilkan ion hidrogen ketika larut dalam pelarut (biasanya air). Senyawa asam banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada makanan dan minuman. Selain itu senyawa asam dapat pula ditemukan di dalam lambung. Didalam lambung, terdapat asam klorida yang berfungsi membunuh kuman, contoh dari larutan asam adalah sebagai berikut :



Hidrogen klorida (HCl) adalah asam *monoprotik*, yang berarti bahwa HCl dapat *berdisosiasi* melepaskan satu H^+ hanya sekali. HCl adalah asam kuat karena ia *berdisosiasi* penuh dalam air. Asam *monoprotik* memiliki satu tetapan *disosiasi* asam, K_a , yang mengindikasikan tingkat *disosiasi* zat tersebut dalam air. Untuk asam kuat seperti HCl, nilai K_a cukup besar. Beberapa usaha perhitungan teoritis telah dilakukan untuk menghitung nilai K_a HCl, ketika garam klorida seperti NaCl ditambahkan ke larutan HCl, maka tidak akan mengubah pH larutan secara signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa Cl^- adalah *konjugat* basa yang

sangat lemah dan HCl secara penuh *berdisosiasi* dalam larutan tersebut. Dari tujuh asam mineral kuat dalam kimia, asam klorida merupakan asam *monoprotik* yang paling sulit menjalani reaksi *redoks*, dan merupakan asam kuat yang paling tidak berbahaya untuk ditangani dibandingkan dengan asam kuat lainnya. HCl sering digunakan dalam analisis kimia untuk mencerna sampel-sampel analisis. HCl pekat melarutkan banyak jenis logam dan menghasilkan logam klorida dan gas hidrogen, dan bereaksi dengan senyawa dasar semacam kalsium karbonat dan tembaga (II) oksida, menghasilkan klorida terlarut yang dapat dianalisa.

1. Sifat Asam

Cara untuk mengetahui suatu zat bersifat asam atau tidak, dapat dilihat dari sifat yang dimiliki oleh asam tersebut. Berikut ini akan dibahas beberapa mengenai sifat asam.

a. Rasa Asam

Pada berbagai macam jenis makanan banyak ditemukan yang bersifat asam, seperti makanan acar. Rasa kecutnya membuat acar terasa segar dan cocok dipadukan dengan berbagai macam masakan, seperti gulai kambing, opor ayam, dan nasi goreng. Rasa kecut tersebut berasal dari cuka. Cuka merupakan salah satu asam yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari. Nama cuka dalam ilmu kimia adalah asam asetat (asam etanoat).

b. Mengubah Warna Indikator

Selain rasa asam yang kecut, sifat asam yang lain dapat mengubah warna beberapa zat alami ataupun buatan. Sifat inilah yang

selanjutnya akan digunakan untuk mengidentifikasi sifat asam dari beberapa senyawa asam. Dengan menggunakan indikator. Indikator yang sering digunakan adalah kertas lakmus.

c. Menghantarkan Arus Listrik

Asam dapat menghantarkan arus listrik dikarenakan asam dapat melepaskan ion-ion dalam larutannya yang, mampu menghantarkan arus listrik. Asam kuat merupakan elektrolit yang baik. Semakin kuat suatu asam, akan semakin baik pula daya hantar listriknya (memiliki sifat elektrolit yang baik). Contohnya adalah asam sulfat yang terdapat pada aki mobil.

2. Kekuatan asam

Berdasarkan sifat kuat lemahnya, asam dibedakan menjadi asam kuat dan asam lemah. Kuat lemahnya suatu asam ditentukan oleh jumlah ion hidrogen yang terionisasi dalam larutan. Asam kuat adalah asam yang banyak menghasilkan air dalam larutannya (asam yang terionisasi sempurna dalam larutannya), sedangkan asam lemah adalah asam yang sedikit menghasilkan ion dalam larutannya (terionisasi sebagian dalam larutan). Konsentrasi larutan berkaitan dengan banyaknya zat yang terlarut dalam suatu volume pelarut tertentu. Semakin banyak zat yang terlarut, konsentrasi larutan tersebut semakin tinggi (semakin pekat). Pada larutan encer terdapat sejumlah kecil zat terlarut dalam pelarutnya. Untuk menyatakan konsentrasi larutan lazim digunakan istilah molar (M).

3. Peranan Asam Dalam Kehidupan

Asam merupakan salah satu senyawa yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan contohnya asam organik yang digunakan sebagai pengawet makanan, seperti asam asetat, asam askorbat, asam propanoat, dan asam benzoate. Kebanyakan asam organik merupakan asam lemah. Meskipun asam merupakan senyawa yang sangat berguna, tetapi asam juga dapat menyebabkan berbagai kerusakan karena sifatnya yang korosif. Salah satunya adalah peristiwa hujan asam yang akhir-akhir ini menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Asam merupakan senyawa kimia yang mempunyai rumus senyawa kimia tertentu. Asam dapat ditemukan sebagai senyawa murni atau terlarut dalam pelarut tertentu. Sehari-hari, sering dijumpai asam sebagai suatu zat yang terlarut dalam suatu pelarut tertentu (biasanya air) sehingga disebut larutan asam. Bila suatu asam terlarut dalam sejumlah besar volume air, maka konsentrasi asam tersebut rendah atau disebut juga sebagai asam encer. Konsentrasi suatu asam meningkat seiring dengan semakin berkurangnya jumlah air yang melarutkannya.

2.1.2 Basa

Secara kimia, basa sebagai senyawa yang menghasilkan ion hidroksida (OH^-) ketika larut dalam pelarut air. Rumus senyawa basa selalu memiliki gugus OH (kecuali untuk ammonium hidroksida). Adanya gugus OH inilah yang

menyebabkan senyawa basa memiliki sifat-sifat khas sebagai suatu basa, contoh dari larutan basa adalah sebagai berikut:



Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. NaOH terbentuk dari oksida basa Natrium Oksida dilarutkan dalam air. NaOH membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Larutan ini digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. NaOH adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Larutan ini bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas, basa ini sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. NaOH juga larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil dari pada kelarutan KOH. NaOH tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya. Larutan NaOH akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas.

1. Sifat Basa

Basa memiliki beberapa sifat yang dapat digunakan untuk pengidentifikasian. Beberapa sifat dari larutan basa adalah:

a. Pahit dan Terasa Licin Di Kulit

Rasa licin pada sabun disebabkan oleh basa yang terdapat pada sabun tersebut. Basa pembuat sabun adalah natrium hidroksida. Selain terasa licin, basa juga memiliki rasa yang pahit. Akan tetapi, tidak boleh untuk memeriksa apakah suatu zat itu suatu basa atau tidak dengan cara menyentuh atau mencicipinya, hal ini disebabkan basa kuat memiliki sifat korosif yang dapat menyebabkan tangan menjadi iritasi dan terbakar.

b. Mengubah Warna Indikator

Larutan basa akan bereaksi dengan indikator sehingga dapat mengubah warna indikator tersebut. Basa akan mengubah warna kertas lakmus merah menjadi biru, sedangkan lakmus biru akan tetap berwarna biru.

c. Menghantarkan Arus Listrik

Senyawa basa merupakan penghantar listrik yang baik, khususnya basa kuat. Basa kuat mudah terionisasi dalam air.

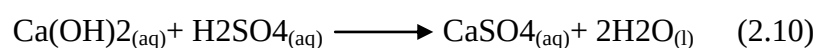
d. Menetralkan Sifat Asam

Salah satu sifat basa adalah menghilangkan sifat suatu asam yang direaksikan dengan basa tersebut. Asam akan berkurang sifat keasamannya, bahkan dapat berubah menjadi tidak asam. Apabila basa direaksikan dengan asam, maka akan membentuk garam dan air. Reaksi itu disebut dengan reaksi penetralan (netralisasi).

Sebagai contohnya adalah kalsium hidroksida direaksikan dengan asam sulfat akan membentuk kalsium sulfat dan air.

Reaksi :

Kalsium Hidroksida + Asam Sulfat $\longrightarrow$ Kalsium Sulfat + Air



Basa merupakan istilah kimia yang digunakan untuk semua zat yang dapat menetralkan asam. Selain karena kemampuan basa yang dapat menetralkan asam, basa pun memiliki kemampuan untuk melarutkan minyak dan debu.

2. Kekuatan Basa

Larutan basa dapat dibagi menjadi basa lemah dan basa kuat. Kekuatan basa sangat bergantung pada kemampuan basa tersebut melepaskan ion OH^- dalam larutan dan konsentrasi larutan basa tersebut. Basa kuat bersifat korosif. Contoh senyawa yang tergolong basa kuat adalah natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), dan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2), sedangkan ammonia (NH_3) tergolong sebagai basa lemah. *Kaustik* merupakan istilah yang digunakan untuk basa kuat. Jadi, kita menggunakan nama *kaustik* soda untuk natrium hidroksida (NaOH) dan kalium hidroksida (KOH).

3. Peranan Basa dalam Kehidupan

Basa dapat dengan mudah ditemukan, baik itu di rumah maupun di industri. Ketika membuat rumah, akan menggunakan semen. Semen

dibuat dari basa kalsium hidroksida. Basa juga dapat ditemukan pada aneka bahan pembersih dan ketika membuat kue. Pada saat membuat kue, sering menambahkan baking soda agar kue yang dibuat mengembang. Baking soda merupakan suatu basa.

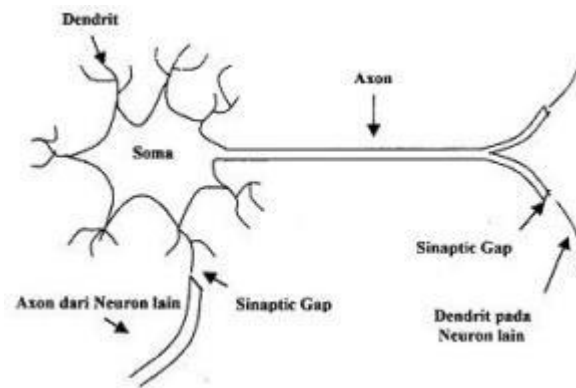
2.1.3 Sifat Keasaman dan Kebasaan Suatu Zat

Apabila ada beberapa zat dan tidak diketahui zat tersebut termasuk asam atau basa, maka cara untuk mengetahui sifat keasaman atau kebasaan zat tersebut dapat menggunakan pH meter untuk memastikan dengan aman suatu zat termasuk asam atau basa. Sifat asam dan basa dapat ditentukan juga dengan menggunakan indra pengecap, tetapi hal tersebut sangatlah berbahaya.

2.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Sel Syaraf Biologis atau disebut juga *neuron* memiliki tiga komponen penyusun yang saling bekerja sama untuk mengolah sinyal-sinyal informasi. Tiga komponen tersebut adalah *dendrit*, *soma* atau badan sel dan *axon* seperti tampak pada gambar 2.1.

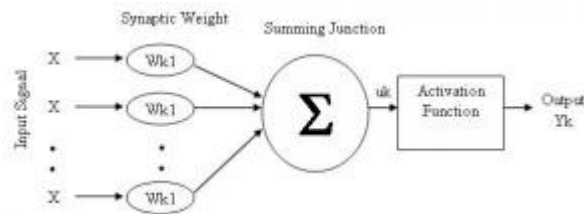
Dendrit merupakan serabut syaraf yang bercabang-cabang pendek dan berjumlah lebih dari satu dan berfungsi menerima sinyal dari neuron lain. Sinyal listrik ini dilewatkan melalui *celah sinapsis* (*sinapsis gap*) yang pada perjalanan biologisnya terjadi proses kimiawi dengan penskalaan frekuensi sinyal, pada JST proses ini disebut pembentukan bobot. Sinyal yang diterima diolah oleh *soma* dan kemudian dijumlahkan.



Gambar 2.1 Struktur sel syaraf biologis

Untuk mengirimkan informasi ke sel lain, sinyal dilewatkan melalui *axon* yang merupakan serabut syaraf tunggal dan pada ujungnya bercabang-cabang. Selanjutnya sinyal akan melalui celah *sinapsis* dan disampaikan ke *soma* lain oleh *dendrit* neuron tersebut. Sehingga dengan terintegrasi dan terkoneksi *neuron* satu dengan yang lain akan dapat melaksanakan aktifitas secara teratur sesuai kebutuhan.

JST disusun oleh elemen-elemen pemroses yang berada pada lapisan-lapisan yang berhubungan dan diberi bobot. Dengan serangkaian inputan diluar sistem yang diberikan, jaringan ini dapat memodifikasi bobot yang akan dihasilkannya, sehingga akan menghasilkan output yang konsisten sesuai dengan input yang diberikan. Setiap elemen pemroses melaksanakan operasi matematika yang sudah ditentukan dan menghasilkan (hanya) sebuah harga keluaran dari satu ataupun banyak masukan. Struktur jaringan akan ditunjukkan seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 2.2 Model tiruan neuron

Sebuah pemodelan *neuron* memiliki masukan X_p sebanyak p , yang berasal dari sel lain atau dari inputan luar (bukan dari *neuron*). Selanjutnya setiap inputan diberi pembobot W_{kp} . Masing-masing inputan X_p akan dikalikan dengan pembobot W_k yang berkesesuaian. Untuk semua hasil perkalian akan dijumlahkan sebagaimana pada persamaan dibawah ini :

$$u_k = \sum_{j=1}^p W_{kj} \cdot X_j \quad (2.11)$$

Hasil persamaan tersebut akan menjadi masukan bagi fungsi *aktivasi* untuk mendapatkan tingkat derajat sinyal keluaran pada neuron, dimana terdapat bermacam-macam jenis fungsi *aktivasi*. Untuk jenis fungsi *sigmoid* dapat dideskripsikan dengan persamaan :

$$Y_k = \frac{1}{1 + \exp(-u_k)} \quad (2.12)$$

Pada umumnya sinyal fungsi aktivasi yang dikeluarkan tiap *neuron* berbeda, ini dikarenakan berbedanya nilai bobot yang diterima tiap *neuron* berbeda.

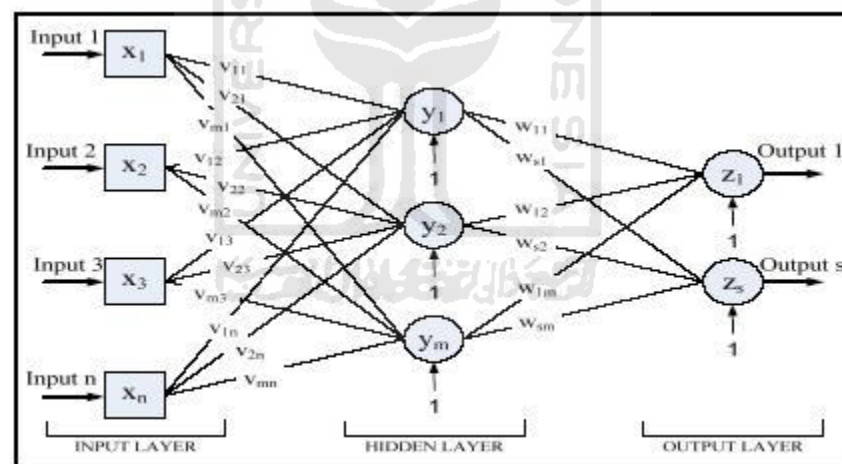
Secara umum ada tiga jenis JST yang sering digunakan berdasarkan jenis jaringannya, yaitu :

- Jaringan Syaraf Perceptron (single layer)

Jaringan jenis ini hanya terdiri dari layar input dan layar otput saja. Input yang masuk melalui vektor input akan langsung diproses dan kemudian ditentukan target output dari hasil.

- Jaringan Syaraf multilayer

Jaringan sejenis ini mempunyai lapisan yang terletak diantara input layar dan output layar yang lebih dikenal sebagai lapisan tersembunyi, jumlah lapisan tersembunyi minimal satu buah dan maksimal tidak ada batasannya. Umumnya JST ini lebih mampu untuk menyelesaikan masalah lebih rumit dibandingkan dengan JST perceptron.



Gambar 2.3 Jaringan multi layer

- Jaringan Recurrent

Model jaringan *Recurrent* mirip dengan jaringan layar tunggal ataupun ganda. Hanya saja, ada *neuron* output yang memberikan sinyal pada unit input (sering disebut *Feedback Loop*).

Secara umum, tiap unit pada lapisan (*Layer*) yang sama atau dapat kita sebut *neuron* mempunyai tingkah laku yang sama untuk pemrosesan sinyal data. Hanya yang perlu diperhatikan adalah penentuan penggunaan jenis fungsi aktivasi pada masing-masing unit pada lapisan tersebut dan pola koneksi pembobot antar lapisan. Namun biasanya unit pada lapisan yang sama mempunyai jenis fungsi aktivasi yang sama dan pola koneksi pembobot yang sama pula.

Untuk pemilihan jumlah layer bukan berarti pemilihan layer untuk *neuron*, namun pemilihan layer untuk penghubung jalur pembobot antar *neuron*. Jadi variabel terpenting untuk pengenalan pola adalah pembobotnya.

JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa :

- Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (*neuron*).
- Sinyal dikirimkan diantara *neuron-neuron* melalui penghubung-penghubung.
- Penghubung antar *neuron* memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
- Untuk menentukan output, setiap *neuron* menggunakan fungsi aktivasi yang dikenakan pada jumlah output yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

Operasional pada JST dapat dinyatakan dalam beberapa lapisan yang antara lain :

- Lapisan Masukan : Titik pada lapisan ini menampung dan menyebarkan sinyal yang ada ke lapisan berikutnya.

- Lapisan Tersembunyi : Lapisan ini berfungsi mengolah sinyal yang ada dalam bentuk transformasi *neuron*.
- Lapisan Keluaran : Sebagai lapisan pengeluar hasil operasi JST.

2.2.1 Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Berdasarkan cara memodifikasi bobotnya, ada 2 macam pelatihan yang dikenal yaitu dengan *supervise (supervised)* dan tanpa *supervise (unsupervised)*. Dalam pelatihan dengan *supervise*, terdapat sejumlah pasangan data (masukan dan target keluaran) yang dipakai untuk melatih jaringan hingga diperoleh bobot yang diinginkan. Pasangan data tersebut disebut sebagai “Guru” untuk melatih jaringan hingga memperoleh bentuk yang baik. ”Guru” akan memberikan informasi yang jelas tentang bagaimana sistem harus mengubah dirinya untuk meningkatkan unjuk kerjanya. Pada setiap kali pelatihan, suatu input diberikan ke jaringan. Jaringan akan memproses dan mengeluarkan keluaran. Selisih antara keluaran jaringan dengan keluaran yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Jaringan akan memodifikasi bobot sesuai dengan kesalahan tersebut. Jaringan *Perceptron*, *Adaline* dan *Backpropagation* merupakan model-model yang menggunakan pelatihan dengan *supervise*. Sebaliknya, dalam pelatihan tanpa *supervise* tidak ada “Guru” yang mengarahkan ke proses pelatihan. Dalam pelatihannya, perubahan bobot jaringan dilakukan berdasarkan parameter tertentu dan jaringan dimodifikasi menurut ukuran parameter tersebut.

contohnya, dalam model jaringan kompetitif, jaringan terdiri dari 2 layar, yaitu layar input dan layar kompetisi. layar input menerima data external. Layar kompetisi berisi *neuron-neuron* yang saling berkompetisi agar memperoleh

kesempatan untuk merespon sifat-sifat yang ada dalam data masukan. *Neuron* yang memenangkan kompetisi akan memperoleh sinyal yang berikutnya ia teruskan. Bobot *neuron* pemenang akan dimodifikasi sehingga lebih menyerupai data masukan.

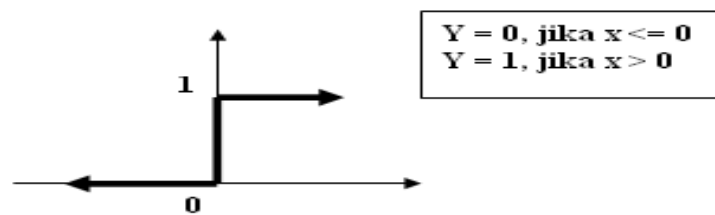
Sebagai contoh, pelatihan dengan *supervise* dapat diandaikan sebagai skripsi yang dibimbing oleh dosen. Pada setiap kali pengumpulan berkas skripsi, dosen akan mengkritik, mengarahkan dan meminta perbaikan agar kualitas skripsi meningkat. Sebaliknya, dalam pelatihan tanpa *supervise* dapat dibayangkan bagai skripsi tanpa dosen pembimbing. Model pelatihan dengan *supervise* lebih banyak digunakan dan terbukti cocok dengan berbagai aplikasi. Akan tetapi kelemahan utama pelatihan dengan *supervise* adalah dalam hal pertumbuhan waktu komputasinya yang *berorde* eksponensial. Ini berarti untuk data pelatihan yang cukup banyak, prosesnya menjadi sangat lambat.

2.2.2 Fungsi aktivasi

Ada beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam JST. Fungsi aktivasi yang disediakan pada toolbox matlab, antara lain :

- Fungsi Undak Biner

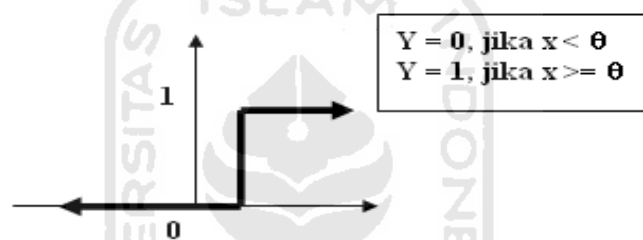
Jaringan dengan lapisan tunggal sering menggunakan fungsi undak biner untuk mengkonversikan input dari suatu variable yang bernilai kontiniu ke suatu output biner. Fungsi undak biner di rumuskan sebagai berikut :



Gambar 2.4 Grafik fungsi undak biner

- Fungsi Nilai Ambang (Thereshold)

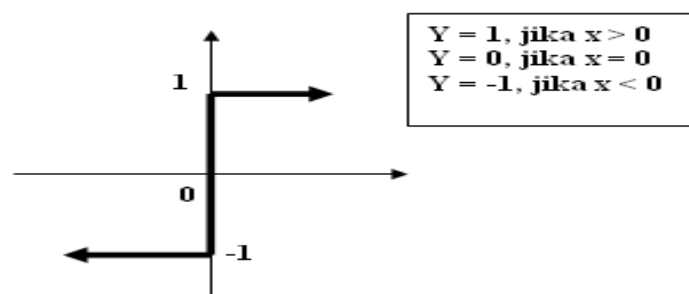
Fungsi undak biner dengan menggunakan nilai ambang sering juga disebut dengan nama fungsi nilai ambang.



Gambar 2.5 Grafik fungsi nilai ambang

- Fungsi Bipolar

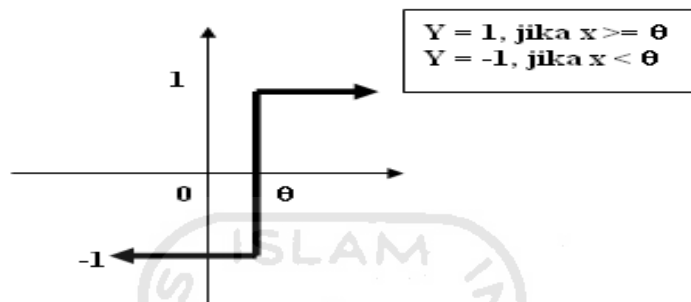
Fungsi bipolar sebenarnya hampir sama dengan fungsi undak biner, hanya saja output yang di hasilkan berupa 1, 0 atau -1.



Gambar 2.6 Grafik fungsi bipolar

- Fungsi Bipolar Dengan Threshold

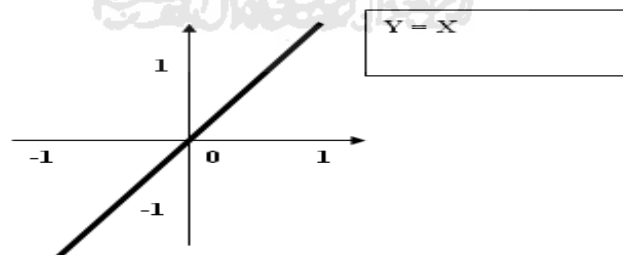
Fungsi ini hampir sama dengan fungsi nilai ambang, hanya saja output yang dihasilkan berupa 1, 0 atau -1.



Gambar 2.7 Grafik fungsi bipolar dengan threshold

- Fungsi Linear

Fungsi linear memiliki nilai input yang sama dengan nilai outputnya.

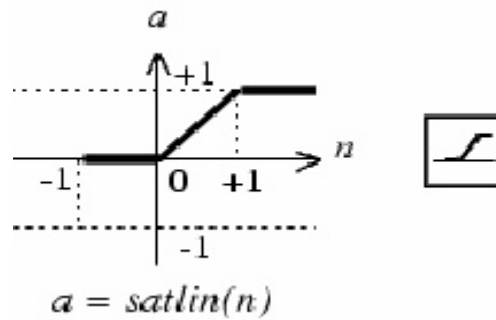


Gambar 2.8 Grafik fungsi linear

- Fungsi Saturating Linear

Fungsi ini akan bernilai 0 jika inputnya kurang dari -1/2, dan akan bernilai 1 jika inputnya lebih dari 1/2. Sedangkan jika nilai inputnya terletak antara

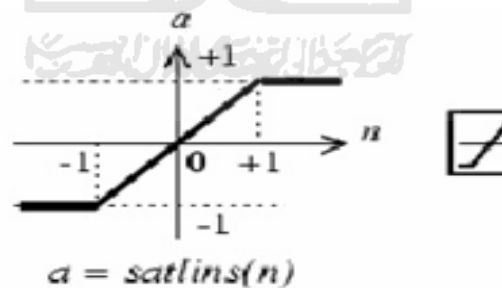
-1/2 dan 1/2, maka nilai outputnya akan sama dengan nilai input ditambah 1/2.



Gambar 2.9 Grafik fungsi saturating linear

- Fungsi Sistemetric Saturating Linear

Fungsi ini akan bernilai -1 jika inputnya kurang dari -1. Dan akan bernialai 1 jika inputnya lebih dari 1. Sedangkan jika inputnya terletak antara -1 dan 1, maka outputnya akan sama dengan inputnya.



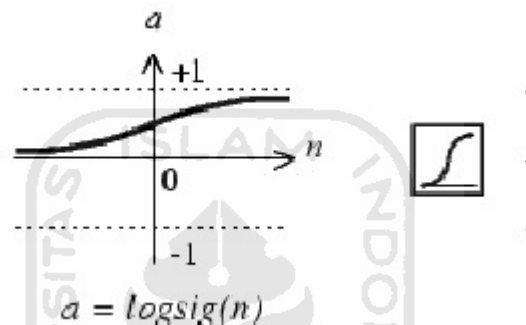
Gambar 2.10 Grafik fungsi saturating linear

$$y = \begin{cases} 1; & \text{jika } x \geq 1 \\ x; & \text{jika } -1 \leq x \leq 1 \\ -1; & \text{jika } x \leq -1 \end{cases}$$

(2.13)

- Fungsi sigmoid Biner

Fungsi ini digunakan untuk JST yang dilatih dengan menggunakan metode *Backpropagation*. Fungsi ini memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk JST yang membutuhkan nilai output yang terletak pada interval 0 sampai 1. Namun, fungsi ini biasa juga digunakan oleh jaringan syaraf yang nilai outputnya 0 atau 1.

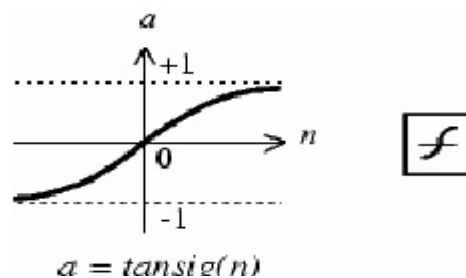


Gambar 2.11 Grafik fungsi sigmoid biner

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \quad (2.14)$$

- Fungsi Sigmoid Bipolar

Fungsi ini hampir sama dengan fungsi sigmoid biner, hanya saja outputnya dari fungsi ini memiliki range antara 1 sampai -1.



Gambar 2.12 Grafik fungsi sigmoid bipolar

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

dengan: $f'(x) = \frac{\sigma}{2} [1 + f(x)][1 - f(x)]$

(2.15)

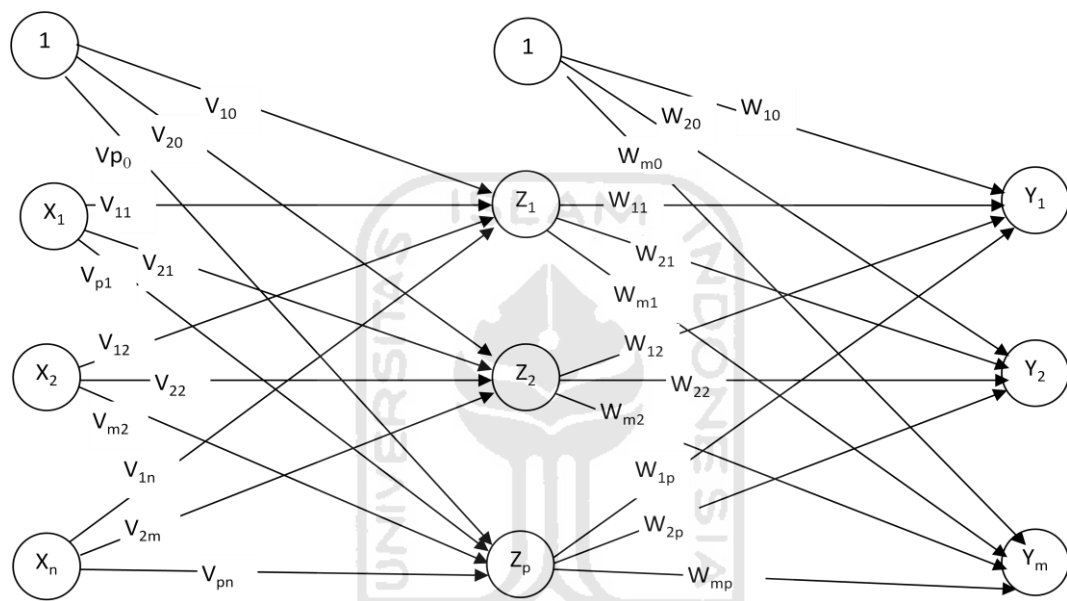
2.3 Metode Backpropagation

Perambatan galat mundur adalah sebuah metode *sistematik* untuk pelatihan *multilayer* JST. Metode ini memiliki dasar matematis yang kuat, obyektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat error melalui model yang dikembangkan.

- Dimulai dengan lapisan masukan, hitung keluaran dari setiap elemen melalui pemroses melalui lapisan luar.
- Hitung kesalahan pada lapisan luar yang merupakan selisih antara data aktual dan target.
- Transformasikan kesalahan tersebut pada kesalahan yang sesuai di sisi masukan elemen pemroses.
- Propagasi balik kesalahan-kesalahan pada keluaran setiap elemen pemroses ke kesalahan yang terdapat pada masukan. Ulangi proses ini sampai masukan tercapai.
- Ubah seluruh bobot dengan menggunakan kesalahan pada sisi masukan elemen dan keluaran elemen pemroses yang terhubung.

2.3.1 Arsitektur Jaringan Metode Backpropagation

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layar tersembunyi. Gambar berikut adalah arsitektur *Backpropagation* dengan n buah masukan, sebuah layar tersembunyi yang terdiri dari p unit, serta m sebuah keluaran.



Gambar 2.13 Arsitektur backpropagation

Algoritma belajar *Backpropagation* terdiri dari dua proses, *feed forward* dan *Backpropagation* dari errornya. Selama *feed forward* masing-masing unit masukan menerima (X) atau sinyal masukan dari luar, kemudian sinyal tersebut disebarkan masing-masing unit pada *hidden layer* (Z), masing-masing *hidden* unit menghitung sesuai dengan fungsi aktifasinya. Dan kemudian mengirim sinyal itu ke masing-masing unit pada *output layer* akan menghitung sesuai dengan fungsi aktifasinya juga, yang akan menghasilkan sinyal keluaran sebagai respon jaringan dengan adanya pemberian pola *input* tersebut.

Pada propagasi baliknya, masing-masing output unit dibandingkan dengan hasil perhitungan aktivasi Y dengan nilai target t untuk mendapatkan *error*, berdasarkan *error* inilah akan dihitung nilai δk , selanjutnya harga *error* pada *output* unit akan disebarkan mundur ke masing-masing unit pada *hidden layer*. Selanjutnya *error* tersebut digunakan untuk memperbaiki faktor pembobot antara unit *output* dengan unit *hidden* demikian selanjutnya dicari *error* dari keluaran *hidden* untuk memperbaiki faktor pembobot antara unit *input*. Untuk jelasnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

Langkah 0 : Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.

Langkah 1 : Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 2 sampai dengan 8.

Fase I : Propagasi maju

Langkah 2 : Untuk masing-masing pasangan data pelatihan lakukan langkah 3 hingga 8.

Langkah 3 : Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskan ke unit tersembunyi.

Langkah 4 : Hitung semua keluaran di unit tersembunyi :

$$Z_{\text{net}j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (2.16)$$

$$Z_j = f(Z_{\text{net}j}) = \frac{1}{1 + e^{-Z_{\text{net}j}}} \quad (2.17)$$

Kemudian mengirim sinyal tersebut ke semua unit di atasnya (*output* unit)

Langkah 5 : Hitung semua jaringan di unit keluaran (y_k)

$$y_{net_k} = w_{ko} + \sum_{j=1}^p x_j v_{kj} \quad (2.18)$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}} \quad (2.19)$$

Fase II : Propagasi mundur

Langkah 6 : Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan setiap unit keluaran y_k ($k=1,2,3,\dots$).

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (2.20)$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar dibawahnya (langkah7). Hitung suku perubahan bobot w_{kj} dengan laju perubahan α

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j ; k=1,2,3,\dots,m ; j=0,1,2,\dots,p \quad (2.21)$$

Langkah 7 : Hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi z_j

$$\delta_{netj} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj} \quad (2.22)$$

faktor unit tersembunyi

$$\delta_j = \delta_{netj} f'(z_{netj}) = \delta_{netj} z_j = \delta_{netj} z_j (1 - z_j) \quad (2.23)$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ji}

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i ; j=1,2,\dots,p ; i=0,1,2,\dots,n \quad (2.24)$$

Fase III : Perubahan bobot

Langkah 8 : Perubahan bobot garis yang menuju unit keluaran

$$W_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad (2.25)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi

$$V_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (2.26)$$

Langkah 9 : Uji kondisi pemberhentian.

2.4 Pemograman JST Backpropagation dengan Matlab

Matlab sebagai salah satu komputasi dalam dunia *engineering*, sudah memiliki fungsi pembentukan arsitektur JST dengan metode *Backpropagation*. Untuk membentuk arsitektur JST, maka cukup dengan mengetikkan fungsi berikut di comman window.

Net = newff (Pr [S1 S1.....SN, {TF1 TF2.....TFN}], BTF, BLF, PF)

PR : matriks berukuran R kali 2 yang berisi nilai max dan min,
dengan r adalah jumlah variable input

SI : Jumlah neuron pada lapisan ke i, dengan i=1, 2....n

TFI : Fungsi aktifasi pada lapisan ke i, dengan i=1, 2....n;

(default tansig)

BTF : Fungsi pelatihan untuk jaringan

BLF : Fungsi pelatihan untuk bobot

PF : Fungsi kinerja kesalahan atau *error*

Dalam proses pelatihan kita dapat memberikan parameter-parameter yang bertujuan untuk mempercepat pelatihan beberapa parameter tersebut yaitu, dengan memberikan variasi pada nilai *learning rate* (IR) atau laju pembelajaran dan koefisien momentum (MC). Pada matlab kita dapat menambahkan parameter tersebut setelah melakukan pembentukan jaringan dengan mengetikkan “net, trainparam. IR = (variasi nilai *learning rate*)” dan “net, trainparam. MC = (variansi nilai koefisien momentum)”. Tidak ada rumusan yang pasti tentang kombinasi efektif dari IR dan MC selama pelatihan, semua dilakukan berdasarkan trial dan error, akan tetapi beberapa pelatihan cenderung menggunakan nilai $MC > IR$.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Dalam penelitian ini, akan dibuat suatu metode dan tahap-tahap dalam perancangan *software* yang berfungsi untuk mengklasifikasikan suatu pH larutan yang dicampurkan satu sama lain dengan berbagai volume sehingga dapat dikenali pH larutannya setelah di campur. Pada sistem ini menggunakan JST untuk proses pengklasifikasiannya. Sedangkan perangkat lunak yang di gunakan untuk penelitian ini adalah Matlab R2009a. Perangkat lunak pemrograman ini dipilih karena menyediakan banyak fasilitas dan fungsi-fungsi yang membantu dalam perhitungan matematik. Hal ini sangat mendukung dalam penelitian tugas akhir ini, dimana banyak pemrosesan yang menggunakan perhitungan secara matematis. Sedangkan indikator untuk pembanding ketepatan dalam penelitian ini menggunakan pH meter.

3.1 Analisa Sistem

Sistem yang dirancang adalah sebuah *software* yang dapat memberikan suatu keputusan dari klasifikasi yang dilakukan sistem terhadap data-data yang berupa data pH berbagai macam larutan HCL dan NaOH yang dicampurkan dengan volume tertentu. Sebelumnya sistem telah dilatih dengan JST dengan metode *Backpropagation*. Data pelatihan yang dibuat akan digunakan sebagai bahan *training* JST, sehingga sistem dapat mengenali pola input yang telah diberikan oleh user dan menghasilkan output keluarannya. Adapun hasil dari klasifikasi nanti akan berupa nilai dari pH campuran.

Proses dari sistem ini terdiri dari 2 bagian yang penting yaitu antara lain:

1. Proses pelatihan adalah proses dimana sistem ini terlebih dahulu dilatih dengan memberikan beberapa pola masukan yang telah disesuaikan dengan keluaran target dari pH larutan. Proses ini bertujuan agar sistem dapat digunakan untuk mengklasifikasikan pH campuran dari dua larutan terhadap pola masukan yang telah diberikan.
2. Proses penggunaan adalah proses pengujian sistem terhadap pola masukan yang diberikan user untuk mengetahui hasil klasifikasi pH larutan, dengan mengklasifikasikan data-data pH larutan yang telah ada. Setelah user memberikan input data, input tersebut akan diproses oleh JST dan ditampilkan nilai pH nya dengan menggunakan program yang telah dibuat.

3.2 Analisis Kebutuhan

Kebutuhan dari sistem ini antara lain meliputi :

1. Penetapan input
2. Pola output target
3. Proses pelatihan dan pengujian

3.2.1 Penetapan Input

Dalam sistem ini diperlukan data-data pH dari larutan HCL (asam) dan basa (NaOH), data tersebut didapat dengan cara melakukan pola pencampuran dari berbagai nilai pH larutan HCL (asam) dan NaOH (basa) dengan volume

masing-masing. Adapun pola pengambilan data untuk pelatihan dapat dilihat di lampiran.

Dalam penelitian terdapat 4 inputan yang antara lain, pH larutan HCL (asam), pH larutan NaOH (basa), volume larutan asam dan volume larutan basa. Data tersebut akan menjadi input bagi JST untuk bisa diproses dan dilatih di dalam JST.

3.2.2 Penetapan Target Pelatihan

Target yang dihasilkan pada tahap ini adalah nilai pH campuran. Adapun target yang di berikan di dalam proses pelatihan diperoleh dengan cara menggunakan perhitungan pH campuran dari input yang di berikan sebelumnya. Penentuan target pH campuran didapat dengan menggunakan rumus kimia pencarian nilai pH campuran, adapun rumus kimianya dapat dilihat sebagai berikut :

$$\text{Misalkan HCL pH} = x, \text{ sehingga } [\text{H}^+] = 10^x = A \quad (3.1)$$

$$\text{NaOH pH} = y, \text{ sehingga POH} = 14-y = B, [\text{OH}^-] = 10^B = D \quad (3.2)$$

$$\text{Mol } [\text{H}^+] = A \times \text{volume asam} \quad (3.3)$$

$$\text{Mol } [\text{OH}^-] = D \times \text{volume basa} \quad (3.4)$$

Kemudian dicari selisih molnya, jika hasilnya banyak mengandung $[\text{OH}^-]$ dengan hasil misalkan = C,

$$\frac{C}{\text{volume campuran 2 larutan}} = F, \text{ sehingga :} \quad (3.5)$$

$$\text{POH} = -\log F \quad (3.6)$$

$$\text{PH} = 14 - \text{POH} \quad (3.7)$$

Jika hasilnya lebih banyak mengandung $[\text{H}^+]$ dengan hasil misalnya = D, maka :

$$\frac{D}{\text{volume campuran 2 larutan}} = E, \text{ maka :} \quad (3.8)$$

$$\text{PH} = -\log E \quad (3.9)$$

3.2.3 Proses Pelatihan dan Pengujian

Dalam proses pelatihan yang telah dilakukan akan didapat hasil pelatihan yang terbaik, hasil dari JST ini kemudian diujikan terhadap data yang baru. Lihat hasil yang ditampilkan pada JST kemudian bandingkan dengan hasil yang diukur menggunakan pH meter, kemudian baru dapat diketahui MSE JST.

3.2.4 Inialisasi Parameter

Fungsi aktivasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sigmoid bipolar (Tansig). Sedangkan Fungsi pembelajaran yang digunakan adalah Trainrp (Resilient Backpropagation). Trainrp merupakan fungsi pembelajaran yang membagi arah dan perubahan *bobot* menjadi 2 bagian yang berbeda. Ketika menggunakan penurunan tercepat, yang diambil hanya arahnya saja, besarnya perubahan bobot dilakukan dengan cara lain. Selain itu, terdapat beberapa nilai parameter yang harus diset untuk pelatihan. Parameter-parameter tersebut yaitu:

A. Maksimum Epoch

Epoch adalah perulangan atau iterasi dari proses yang dilakukan untuk mencapai target yang telah ditentukan. Maksimum *epoch* adalah jumlah *epoch* maksimum yang boleh dilakukan selama proses pelatihan. Didalam penelitian ini maksimum *epoch* yang ditentukan sebesar 10000 *epoch* dan dapat diperbesar lagi nilainya sesuai dengan kebutuhan.

Intruksi : `net.trainparam epochs = maksimum epoch`

b. Kinerja Tujuan

Kinerja tujuan adalah target nilai fungsi kinerja. *Iterasi* akan dihentikan apabila nilai fungsi kinerja kurang dari atau sama dengan kinerja tujuan.

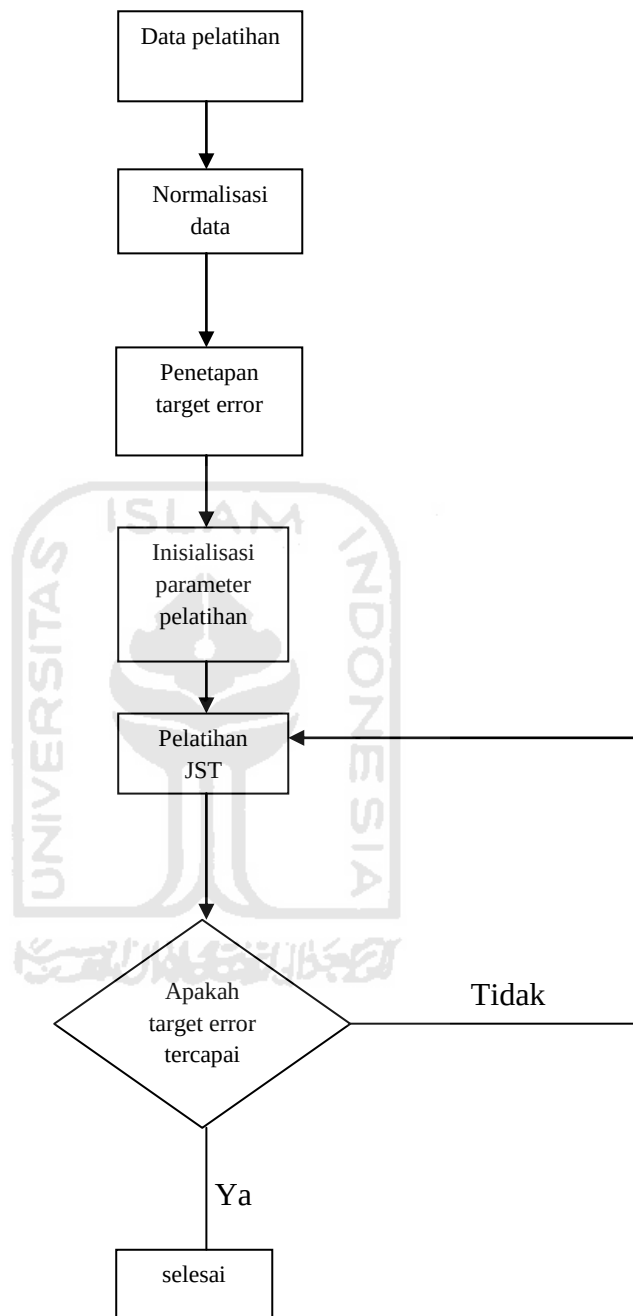
Intruksi : `net.trainparamgoal = Target error`

C. Learning Rate

Learning rate adalah laju pembelajaran yang berupa perkalian negatif dari gradien untuk menentukan perubahan pada nilai bobot dan bias. Semakin besar nilai *learning rate* akan berimplikasi pada semakin besarnya langkah pembelajaran. Jika *learning rate* diset terlalu besar, maka algoritma akan menjadi tidak stabil dan sebaliknya, jika *learning rate* diset terlalu kecil maka algoritma akan mencapai target dalam jangka waktu yang sangat lama.

Instruksi : `net.trainParam lr = Learning rate`

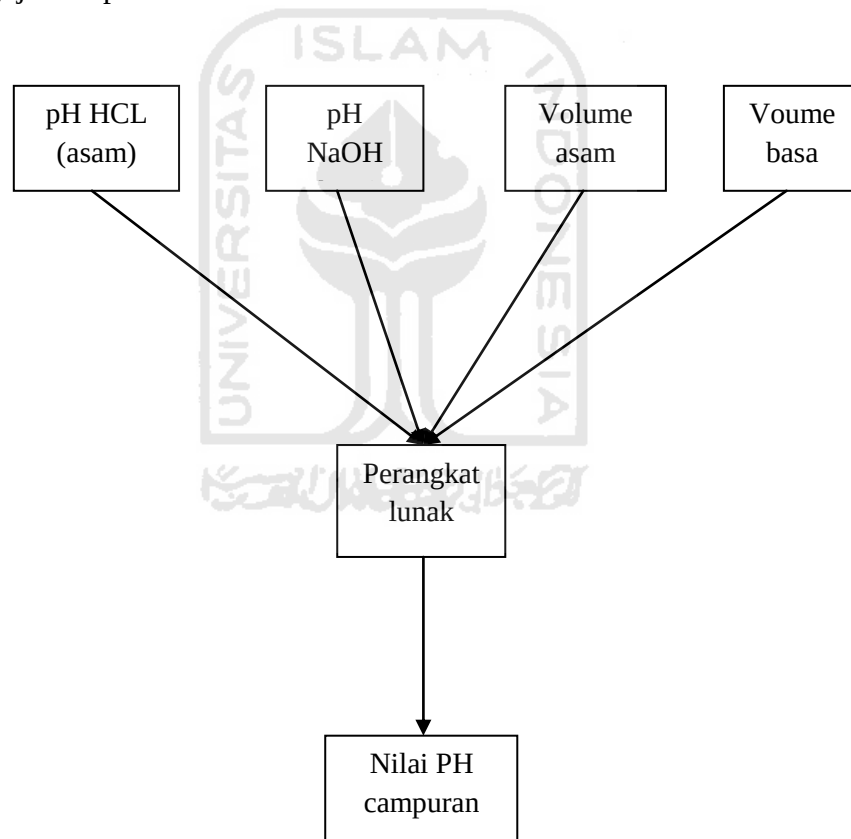
3.3 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3.1 Diagram alir pelatihan JST

Dari diagram alir diatas dapat di jelaskan secara umum bahwa. Data yang di peroleh dari hasil perhitungan pH digunakan sebagai data proses pelatihan bagi

JST, data pelatihan sebelum dilatih dinormalisasikan terlebih dahulu, sebelum melakukan pelatihan tentukan parameter-parameter pelatihannya. Selanjutnya JST tersebut di latih dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan sampai mendapatkan jaringan yang terbaik. Hasil dari pelatihan tersebut kemudian dijalankan menggunakan program agar dapat dapat diketahui berapa besarnya *error*. Apakah sudah mendekati nilai yang diinginkan, apabila belum maka JST harus dilatih kembali untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Diagram alir dari proses pengujian dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.2 Diagram alir pengujian sistem

Pada proses pengujian, data yang digunakan untuk pengujian dieksekusi menggunakan program JST, setelah dijalankan menggunakan program dengan memberikan inputan tertentu maka hasil outputnya akan berupa nilai pH

campuran. PH campuran ini merupakan nilai pH campuran dari inputan (larutan) yang telah dimasukan sebelumnya, kemudian bandingkan dengan pengukuran yang dilakukan menggunakan pH meter, apakah hasil yang didapat mendekati atau sama.

3.4 Perancangan Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Pada proses ini data baik inputan ataupun target yang digunakan sebagai data pelatihan dinormalisasi terlebih dahulu tujuannya adalah agar tidak terjadi penyebaran variabel yang terlalu besar, Adapun instruksinya adalah :

X = [inputan data]

[xn,xns] = mapminmax(x)

T = [data target]

[tp,tps] = mapminmax(t)

Setelah dilakukan normalisasi data yang berupa pola inputan dan target, maka data tersebut dilatih, sebelumnya parameter pelatihnannya diatur terlebih dahulu. Baru JST dilatih menggunakan perintah yang intruksinya sebagai berikut:

Newff = minmax(x),[3 1],('tansig','purelin')'trainrp')

net.trainparam.goal = 0.0001;

net.trainparam.epochs = 10000;

net.trainparam.show = 10000;

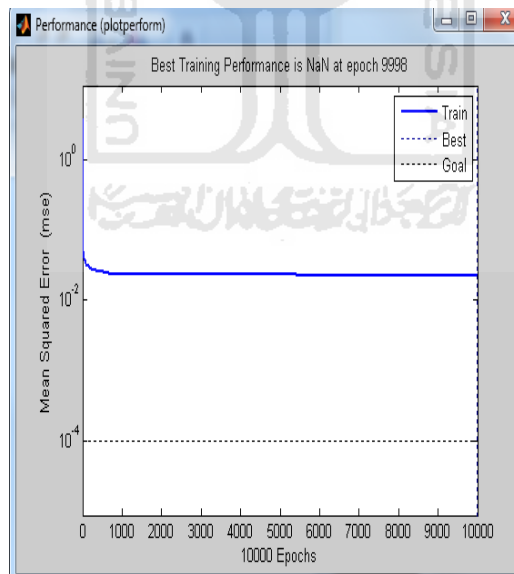
net.trainparam.lr = 0.01;

net = train(net,xn,tp)

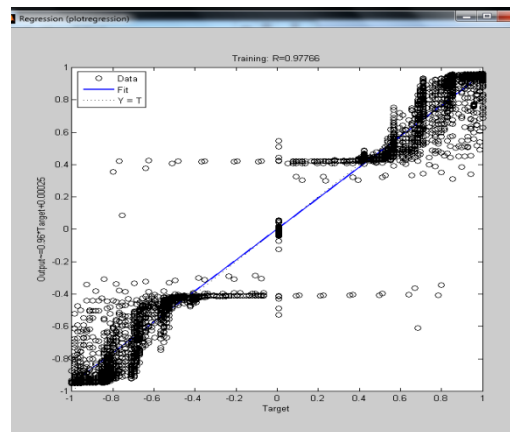
Setelah dilakukan training maka akan didapatkan hasil dari pada JST. Untuk mendapatkan hasil terbaik JST harus dilatih terus-menerus sampai mendapatkan target yang diinginkan, setelah target yang ditentukan terpenuhi, maka JST yang terbentuk digunakan untuk proses pengujian, setelah proses pengujian dilakukan akan mendapatkan nilai dari pH campuran kedua larutannya. Adapun hasil dari proses pelatihan JST adalah sebagai berikut :

3.4.1 Hasil Pelatihan JST dengan 1 Lapisan Tersembunyi

Pada pelatihan JST dengan menggunakan 1 lapisan tersembunyi nilai target yang ditentukan masih sangat jauh untuk tercapai , sehingga tingkat akurasi dari JST terlalu jelek. Performa dari pelatihan ini dapat dilihat pada grafik dan tabel dibawah ini :



Gambar 3.3 Grafik performa pelatihan 1 lapisan tersembunyi



Gambar 3.4 Grafik progression pelatihan 1 lapisan tersembunyi

Tabel 3.1 Source code hasil dari pelatihan jaringan

no	epoch	mse	fungsi pelatihan
1	0/10000	MSE 0.327/0.0001, gradient 0.48/e-10	trainrp
2	1000/10000	MSE 0.0375/0.0001, gradient 0.00109/e-10	trainrp
3	5000/10000	MSE 0.0327/0.0001, gradient 166e-05/100	trainrp
4	10000/10000	MSE 0.0266/0.0001, gradient 1.00/e-10	trainrp

Untuk mendapatkan hasil tersebut diperlukan :

Net Size : Input Layer : 1 lapisan (4 neuron)

Hidden Layer : 1 lapisan (3 neuron)

Output Layer : 1 lapisan

Maksimum epoch / iterasi : 10000

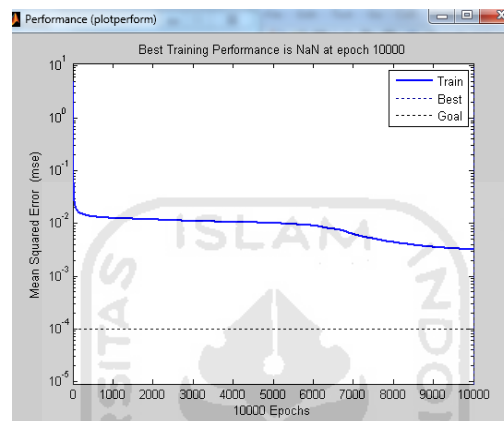
Learning Rate : 0,01

Goal / Target : 0,0001

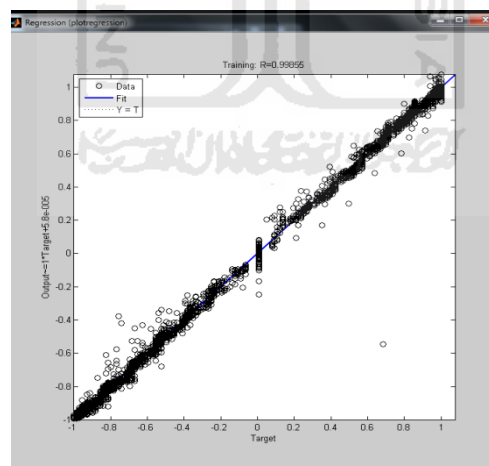
Fungsi Neuron : trainrp

3.4.2 Hasil Pelatihan JST dengan 2 Lapisan Tersembunyi

Pada pelatihan dengan menggunakan 2 lapisan tersembunyi performa dari JST lebih baik dari pada pelatihan menggunakan 1 lapisan tersembunyi, akan tetapi masih belum mencapai target yang diinginkan. Adapun hasil dari pelatihan ini dapat dilihat pada grafik dan tabel dibawah ini :



Gambar 3.5 Grafik performa pelatihan 2 lapisan tersembunyi



Gambar 3.6 Grafik performa pelatihan 2 lapisan tersembunyi

Tabel 3.2 Source code hasil dari pelatihan jaringan

no	epoch	mse	fungsi pelatihan
1	0/10000	MSE 0.210/0.0001, gradient 0.0252/e-10	trainrp
2	1000/10000	MSE 0.0117/0.0001, gradient 0.00142/e-10	trainrp
3	5000/10000	MSE 0.00869/0.0001, gradient 0.000676/-e10	trainrp
4	10000/10000	MSE 0.00319/0.0001, gradient 0.000656/e-10	trainrp

Untuk mendapatkan hasil tersebut diperlukan :

Net Size : Input Layer : 1 lapisan input (4 neuron)

Hidden Layer : 2 lapisan tersembunyi (9 neuron)

Output Layer : 1 lapisan output

Maksimum epoch / iterasi : 10000

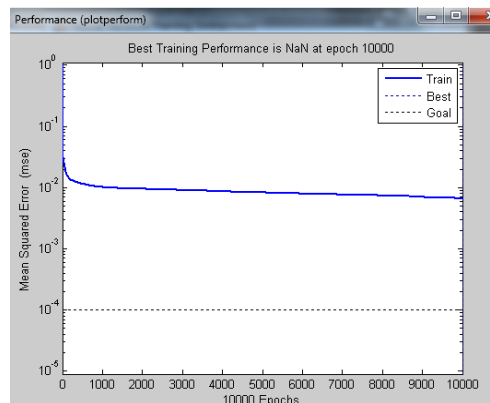
Learning Rate : 0,01

Goal / Target : 0,0001

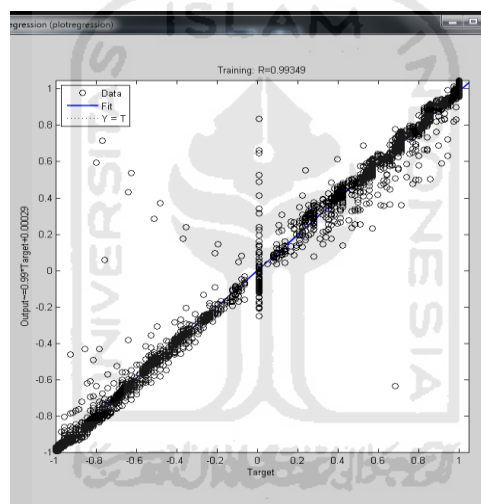
Fungsi Neuron : trainrp

3.4.3 Hasil Pelatihan JST dengan 3 Lapisan Tersembunyi

Pada pelatihan JST dengan menggunakan 3 lapisan tersembunyi performanya semakin lebih baik, tapi masih dirasa belum memuaskan. Adapun hasil pelatihannya dapat dilihat pada grafik dan tabel dibawah ini :



Gambar 3.7 Grafik performa pelatihan 3 lapisan tersembunyi



Gambar 3.8 Grafik performa pelatihan 3 lapisan tersembunyi

Tabel 3.3 Source code hasil dari pelatihan jaringan

no	epoch	mse	fungsi pelatihan
1	0/10000	MSE 0.0331/0.0001, gradient 0.0328/e-10	trainrp
2	1000/10000	MSE 0.00203/0.0001, gradient 0.00173/e-10	trainrp
3	5000/10000	MSE 0.00186/0.0001, gradient 0.000794/e-10	trainrp
4	10000/10000	MSE 0.00149/0.0001, gradient 0.00352/e-10	trainrp

Untuk mendapatkan hasil tersebut diperlukan :

Net Size : Input Layer : 1 lapisan input (4 neuron)

Hidden Layer : 3 lapisan tersembunyi (12 neuron)

Output Layer : 1 lapisan output

Maksimum epoch / iterasi : 10000

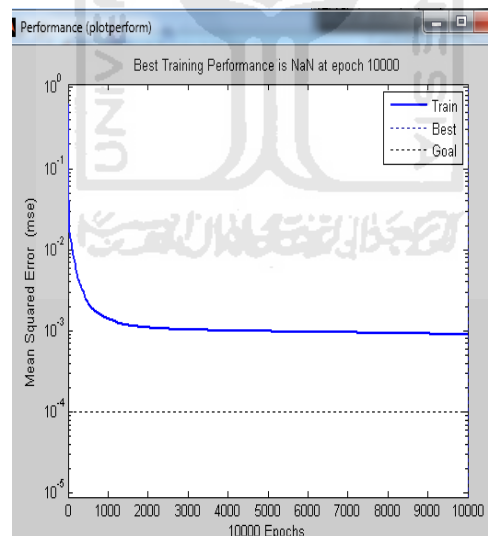
Learning Rate : 0,01

Goal / Target : 0,0001

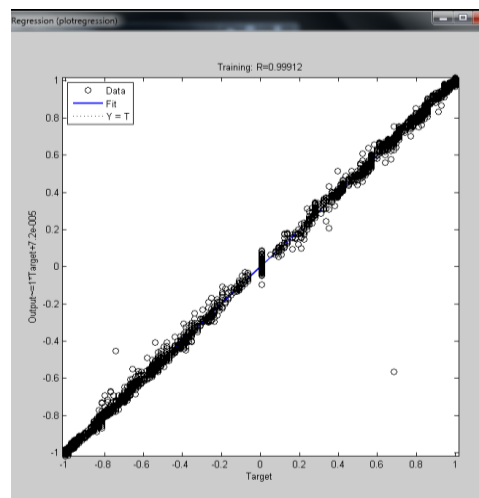
Fungsi Neuron : trainrp

3.4.4 Hasil Pelatihan JST dengan 4 Lapisan Tersembunyi

Pada pelatihan dengan menggunakan 4 lapisan tersembunyi nilai target error yang ditetapkan sebelumnya hampir tercapai. Hasil pelatihan JST dapat dilihat pada grafik dan tabel dibawah ini :



Gambar 3.9 grafik perfoma pelatihan 4 lapisan tersembunyi



Gambar 3.10 grafik performa pelatihan 4 lapisan tersembunyi

Tabel 3.4 Source code hasil dari pelatihan jaringan

no	epoch	mse	fungsi pelatihan
1	0/10000	MSE 0.0137/0.00001, gradient 0.0277/e-10	trainrp
2	1000/10000	MSE 0.00439/0.0001, gradient 0.00201/e-10	trainrp
3	5000/10000	MSE 0.00204/0.0001, gradient 0.000817/e-10	trainrp
4	10000/10000	MSE 0.000901/0.0001, gradient 0.00103/e-10	trainrp

Untuk mendapatkan hasil tersebut diperlukan:

Net Size : Input Layer : 1 lapisan input (4 neuron)

Hidden Layer : 4 lapisan tersembunyi (30 neuron)

Output Layer : 1 lapisan output

Maksimum epoch / iterasi : 10000

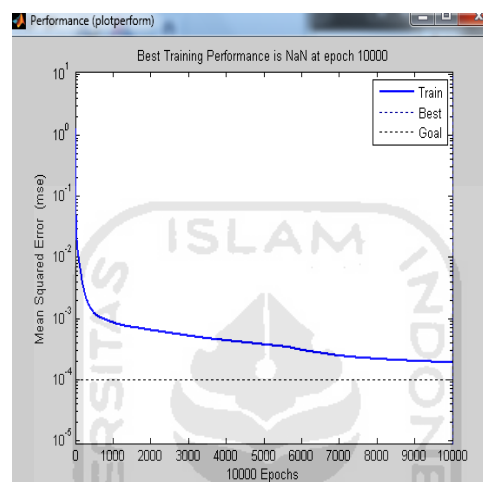
Learning Rate : 0,01

Goal / Target : 0,0001

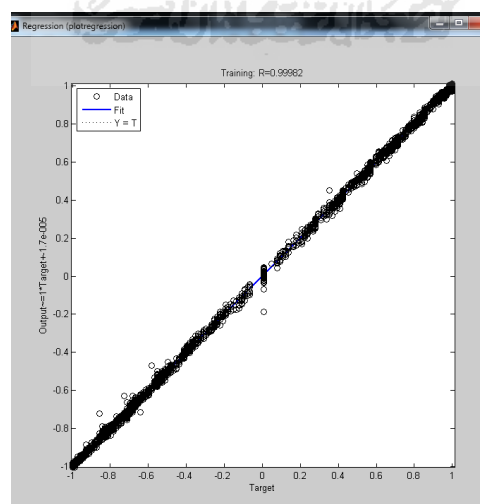
Fungsi Neuron : trainrp

3.4.5 Hasil Pelatihan JST dengan 5 Lapisan Tersembunyi

Pada pelatihan menggunakan 5 lapisan tersembunyi target yang ditetapkan sudah mendekati hasil yang baik. dengan tingkat akurasi dari JST dalam pengenalan sudah dirasa baik. Hasil dari pelatihan ini dapat dilihat pada grafik dan tabl dibawah ini :



Gambar 3.11 grafik perfoma pelatihan 5 lapisan tersembunyi



Gambar 3.12 grafik perfoma pelatihan 5 lapisan tersembunyi

Tabel 3.5 Source code hasil dari pelatihan jaringan

no	epoch	mse	fungsi pelatihan
1	0/10000	MSE 0.376/0.0.0001, gradient 0.0737/e-10	trainrp
2	1000/10000	MSE 0.00201/0.0001, gradient 0.00279/e-10	trainrp
3	5000/10000	MSE 0.000320/0.0001, gradient 0.000174/e-10	trainrp
4	10000/10000	MSE 0.000140/0.0001, gradient 0.000281/e-10	trainrp

Untuk mendapatkan hasil tersebut diperlukan:

Net Size : Input Layer : 1 lapisan input (4 neuron)

Hidden Layer : 5 lapisan tersembunyi (45 neuron)

Output Layer : 1 lapisan output

Maksimum epoch / iterasi : 10000

Learning Rate : 0,01

Goal / Target : 0,0001

Fungsi Neuron : trainrp

Setelah dilakukan berbagai pelatihan diatas maka dapat dilihat hasil perbandingan dari hasil pelatiahannya. Pada pelatihan 1 sampai dengan 4 dengan menambah jumlah layar tersembunyinya pada setiap pelatihan nilai erronya akan semakin mengecil juga. Tapi nilai target dan tingkat validasi untuk penentuan nilai pH campuran yang diinginkan belum tercapai, sedangkan pada pelatihan ke 5 nilai target yang diinginkan sudah cukup baik dan JST sudah dapat digunakan karena memiliki tingkat validasi yang baik jika dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan indikator yang dipakai.

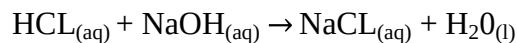
BAB 1V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan suatu metode yang baik dalam sistem kalsifikasi digunakan tingkat ketelitian sebagai ukuran. Semakin tinggi tingkat ketelitian yang didapat maka semakin baik metode tersebut. Setelah dilakukan pelatihan dan pengujian didapat hasil-hasil penelitian dengan klasifikasi terhadap *error* maksimum yang dapat tercapai. Besarnya nilai *error* yang dicapai dapat menentukan seberapa besar nilai ketepatan yang dapat dilakukan dalam pengklasifikasian. Untuk serangkaian data yang akan ditentukan nilainya, berbeda tingkat penyimpangannya yang secara terakumulasi membentuk hasil klasifikasi tersebut. Untuk memudahkan analisa, maka hasil-hasilnya ditampilkan dalam bentuk tabel.

4.1 Analisa Hasil Pengujian JST

Pada pengujian ini dilakukan dengan mengukur campuran antara pH larutan HCL dan NaOH dengan volume tertentu menggunakan pH meter kemudian dibandingkan dengan nilai keluaran pH yang diproses menggunakan JST. Adapun Reaksi molekulernya dapat dilihat sebagai berikut :



Kedua larutan tersebut diukur terlebih dahulu masing-masing pH nya, kemudian kedua larutan tersebut dicampurkan berdasarkan volume yang telah ditetapkan. PH campuran tersebut diukur dengan pH meter dan kemudian dibandingkan dengan proses memasukan inputan yang sama dengan pengukuran diatas kedalam proses yang dilakukan dengan menggunakan JST.

Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan oleh peneliti dengan berbagai data pengujian yang di uji menggunakan JST dan dengan menggunakan pH meter tampak didalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Perbandingan besarnya error JST sebelum perbaikan

pH HCL (asam)	pH NaOH (basa)	volume asam (ml)	volume basa (ml)	ph (JST)	ph (ph meter)	Besarnya error (ph JST-ph phmeter)
2	12,8	20	10	12,04	11,4	0.64
1,1	12,3	20	20	1,57	1,4	0.028
1,2	11,6	20	40	1,68	1,5	0.18
2,8	13,2	20	20	12,84	13,2	-0.36
2,1	13,4	20	20	13,06	13,3	-0.24
3	12,9	20	20	12,53	12,5	0.03
1,8	13,2	20	20	12,77	12,9	-0.13
3,4	12,8	50	20	11,5	11,1	0.4
2,7	11,6	20	30	11,09	11,1	-0.01
1,1	11,9	20	20	1,49	1,4	0.09

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pengujian program/JST yang dibuat oleh peneliti dengan berbagai pH yang dicampurkan antara asam dan basa dengan berbagai macam volume yang telah ditentukan maka hasilnya tidak terlalu jauh berbeda dengan pengukuran dengan menggunakan alat pH meter sebagai alat untuk pengukuran pH. Sehingga program ini dirasa cukup untuk melakukan proses pengklasifikasian data pH.

Dari hasil pengujian diatas dapat diketahui berapa besarnya *error* dari penelitian ini. Adapun besarnya *error* dari pengujian diatas dapat dihitung, dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Mse (error)} = \frac{\sqrt{ei1^2 + ei2^2 + ei3^2 + ei4^2 + ei5^2 + ei6^2 + ei7^2 + ei8^2 + ei9^2 + ei10^2}}{n}$$

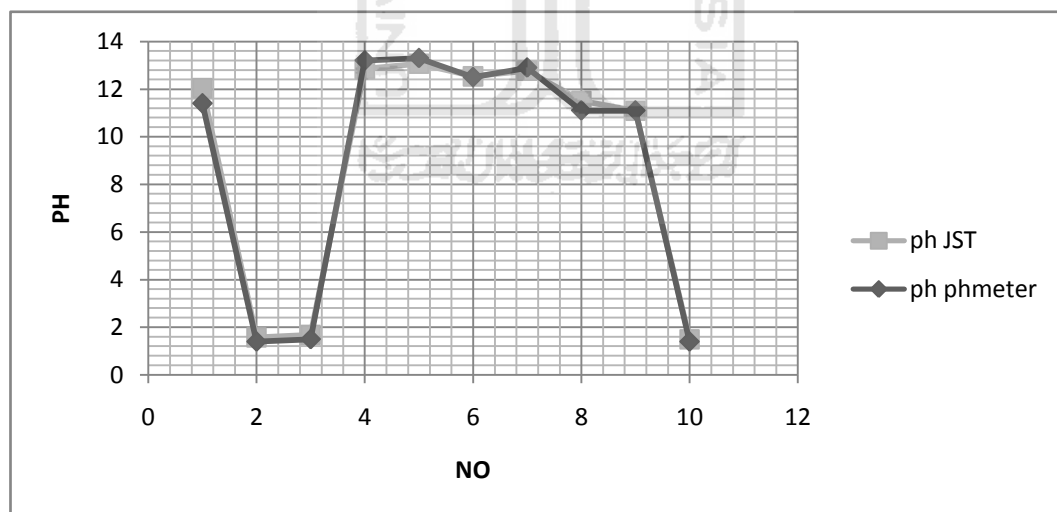
Dimana : ei = error (PH JST – PH di PH meter)

N = jumlah data

Sehingga bila dicari *error* nya sesuai dengan rumus dan data dari tabel percobaan diatas maka didapat.

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \frac{\sqrt{ei1^2+ei2^2+ei3^2+ei4^2+ei5^2+ei6^2+ei7^2+ei8^2+ei9^2+ei10^2}}{10} \\
 &= \frac{\sqrt{(0.64)^2+(0.0289)^2+(0.18)^2+(-0.36)^2+(-0.24)^2+(0.03)^2+(-0.13)^2+(0.4)^2+(-0.01)^2+(0.09)^2}}{10} \\
 &= \frac{\sqrt{0.9441}}{10} \\
 &= 0.097
 \end{aligned}$$

Adapun untuk perbandingan dari perhitungan tingkat kesalahan antara pengujian pada pH meter dibandingkan dengan pengujian terhadap JST dalam bentuk grafik dapat dilihat pada grafik dibawah ini :

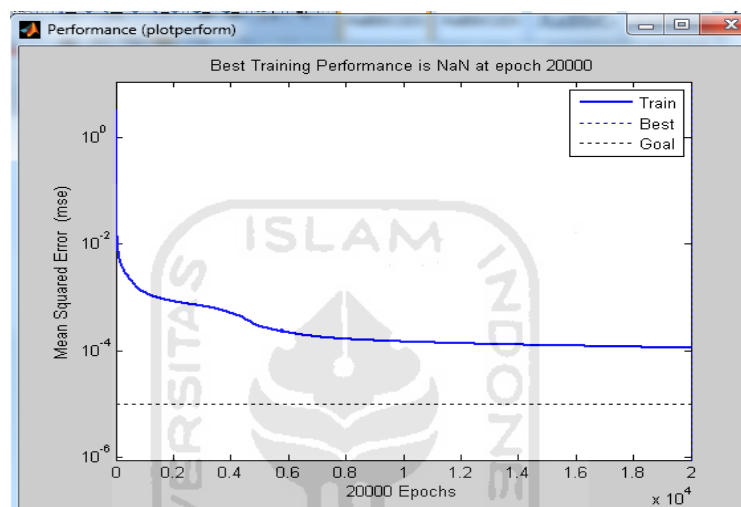


Gambar 4.1 Grafik perbandingan antara pH yang ditampilkan di JST dengan pH yang diukur dengan pH meter

Berdasarkan hasil penghitungan perhitungan MSE diatas dapat diketahui bahwa besarnya $MSE = 0.097$.

4.2 Perbaikan Jaringan Syaraf Tiruan

Untuk mengurangi besarnya error pada JST pada pengujian maka dibuat perbaikan terhadap JST. JST sebelumnya dilatih lagi untuk mendapatkan nilai *error* yang lebih kecil Hasil dari perbaikan JST dapat dilihat pada grafik dan tabel dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik performa JST setelah perbaikan

Soure code hasil pelatihan diatas dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.2 Soure code hasil dari pelatihan jaringan

no	epoch	mse	fungsi pelatihan
1	1000/20000	MSE 0.0017/0.0001, gradient 0.00149/e-10	trainrp
2	5000/20000	MSE 0.000209/0.0001, gradient 0.0014710	trainrp
3	10000/20000	MSE 0.000149/0.0001, gradient 0.00025/e-10	trainrp
4	20000/20000	MSE 0.00109/0.0001, gradient 0.000152/e-10	trainrp

Setelah JST selesai diperbaiki kemudian JST tersebut dilakukan pengujian terhadap data pengujian yang telah ada, kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan pH meter.

4.3 Analisa Error Jaringan Syaraf Tirua Perbaikan

Untuk mengetahui JST yang mana yang lebih baik antara JST sebelumnya atau JST setelah perbaikan, maka Hasil yang ditampilkan pada JST perbaikan dibandingkan dengan hasil pengukuran pada pH meter. Hasil dari perbandingannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

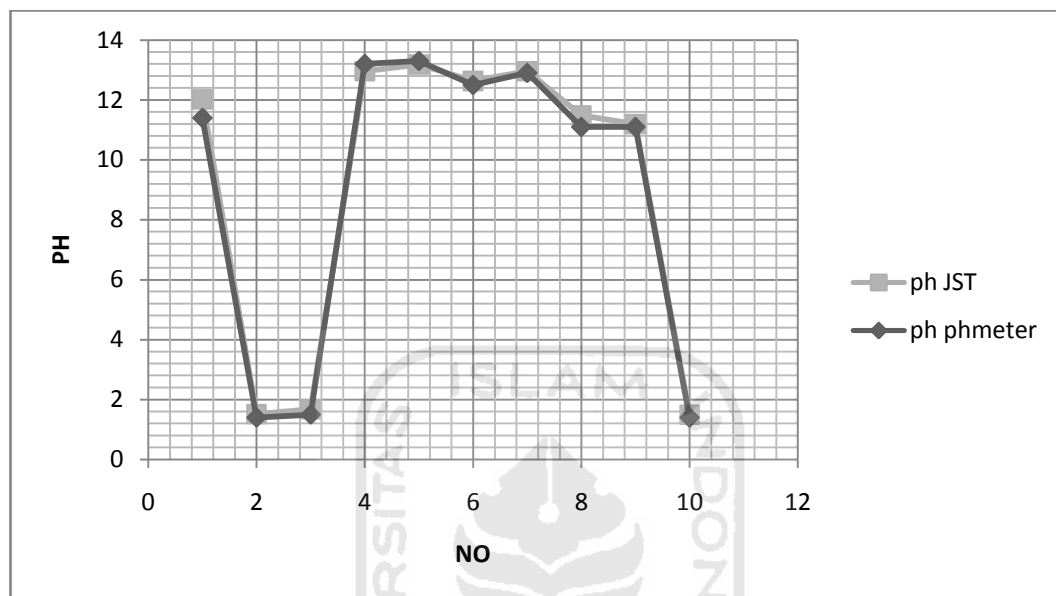
Tabel 4.3 Perbandingan Besarnya Error JST Setelah Perbaikan

pH HCL(asam)	pH NaOH (basa)	volume asam (ml)	volume basa (ml)	ph (PHmeter)	Ph (JSTprbaikan)	Besarnya error (ph JST perbaiakan-ph phmeter)
2	12,8	20	10	11.4	12.02	0.62
1,1	12,3	20	20	1.4	1.519	0.119
1,2	11,6	20	40	1.5	1.67	0.17
2,8	13,2	20	20	13.2	12.96	-0.24
2,1	13,4	20	20	13.3	13.18	-0.12
3	12,9	20	20	12.5	12.63	0.13
1,8	13,2	20	20	12.9	12.96	0.06
3,4	12,8	50	20	11.1	11.48	0.38
2,7	11,6	20	30	11.1	11.19	0.09
1,1	11,9	20	20	1.4	1.49	0.09

Berdasarkan tabel diatas dapat dicari besar errornya dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \frac{\sqrt{ei1^2+ei2^2+ei3^2+ei4^2+ei5^2+ei6^2+ei7^2+ei8^2+ei9^2+ei10^2}}{10} \\
 &= \frac{\sqrt{(0.38)^2+(0.014)^2+(0.028)^2+(0.057)^2+(0.014)^2+(0.016)^2+(0.0036)^2+(0.144)^2+(0.008)^2+(0.008)^2}}{10} \\
 &= \frac{\sqrt{0.6795}}{10} \\
 &= 0.067
 \end{aligned}$$

Adapun untuk perbandingan dari perhitungan tingkat kesalahan antara pengujian pada pH meter dibandingkan dengan pengujian terhadap JST yang telah diperbaiki dalam bentuk grafik dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.3 Grafik perbandingan antara pH yang ditampilkan di JST perbaikan dengan pH yang diukur dengan pH meter

Dapat dilihat pada percobaan pertama sebelum JST diperbaiki nilai MSE = 0.097, sehingga untuk mengurangi nilai errornya maka dilakukan perbaikan terhadap JST. JST dilatih kembali sampai mendapatkan *error* yang lebih kecil dari sebelumnya. Setelah JST diperbaiki maka didapat nilai MSE = 0.067. Sehingga dari nilai kedua MSE tersebut dapat dilihat bahwa nilai besarnya *error* JST setelah perbaikan lebih kecil dari pada JST sebelumnya dan setelah dilakukan pengujian terhadap JST yang baru hasil dari output JST lebih mendekati hasil pada pengukuran dengan pH meter dibandingkan dengan hasil output dari JST sebelumnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis dari berbagai pelatihan yang dilakukan, penulis menggunakan algoritma perubahan bobot 'trainrp' karena hasil pembentukan *JST Backpropagation* sudah mendekati target yang diinginkan dengan $MSE=0.0001$.

Dari hasil pembentukan *JST Backpropagation* dan pelatihan jaringan yang terbentuk sudah dapat digunakan untuk proses klasifikasi pH campuran larutan, karena pada proses pengujian sudah hampir mendekati hasil yang didapat pada indikator pH pembanding yang didapat melalui pengukuran dengan pH meter.

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan untuk proses klasifikasi pH larutan dengan *JST Backpropagation* adalah :

1. Apabila terdapat 2 campuran antara pH asam dan basa maka pH hasil campuran tersebut akan tergantung pada tingkat kepekatan larutan tersebut, apabila larutan asam lebih pekat dari pada larutan basa maka pH nya akan bersifat asam dan sebaliknya.
2. Apabila kedua larutan mempunyai pH yang sama maka pH campuran tergantung pada volume masing-masing pH ,apabila volume asam lebih besar dari pada volume basa maka pH nya bersifat asam dan sebaliknya,

apabila volume kedua larutan tersebut juga sama maka larutan bersifat netral.

3. Metode Jaringan Syaraf Tiruan mempunyai sifat yang *adaptif* yaitu jaringan berusaha mencapai kestabilan kembali untuk mencapai output yang diharapkan. Hal ini disebabkan karena adanya proses belajar dengan penyesuaian bobot-bobot koneksi.
4. Kemampuan Jaringan Syaraf Tiruan dapat diterapkan pada bentuk fungsi hubungan antara variabel-variabel bebas terhadap variabel terikat walaupun hubungannya tidak diketahui dengan baik atau sulit diketahui.
5. Penentuan parameter-parameter jaringan yang optimum hanya dapat dilakukan berdasarkan proses pembelajaran dan penentuan besarnya kesalahan sehingga lamanya waktu belajar tidak dapat ditentukan secara pasti.
6. Jumlah iterasi tidak dapat ditentukan oleh besarnya ketelitian pengenalan pola yang diinginkan tetapi ditentukan oleh parameter parameter jaringan yang digunakan, kondisi awal dari jaringan dan karakteristik data-data masukan.
7. Kecepatan untuk mendapatkan pola hasil pelatihan tidak ditentukan oleh kecepatan komputasi tetapi ditentukan oleh parameter jaringan.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang untuk menyempurnakan dalam pembuatan penelitian ini masih banyak yang harus diperbaiki antara lain sebagai berikut :

1. Untuk kedepannya hendaknya *software* ini dikembangkan untuk memprediksi nilai pH akhir dari campuran, atau malah untuk mendapatkan berapa pH masing-masing larutan yang dibutuhkan untuk mendapatkan pH campuran yang diinginkan.
2. Dalam proses pengambilan data hendaknya menggunakan alat pengukuran yang mempunyai tingkat akurasi yang sangat tinggi sehingga dapat meminimalkan tingkat kesalahannya.
3. Dalam penelitian ini hendaknya dibuat juga sensor yang menghubungkan secara langsung terhadap program ini sehingga lebih efisien.
4. Pada saat proses pengujian dengan pH meter data pH masih relatif sering berubah-ubah hal ini disebabkan karena sensitifitas sensor alat ukur terhadap larutan asam dan basa.

DAFTAR PUSTAKA

- Prasetya, Dita, 2009. “*Analisa Pengenalan Teks Cetak Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*”. Skripsi tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknik Industri Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Harapan Bangsa.
- Kusmadewi, Kiki, 2004. “*Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation Untuk Mendeteksi Gangguan Psikologi*”. Skripsi tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknik Industri Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia.
- Desiani, Anita, 2007. “*Kajian Pengenalan Wajah Dengan Menggunakan Metode Face-Arg dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*”. Skripsi tidak diterbitkan. Palembang : Fakultas Mipa Jurusan Matematika Universitas Sriwijaya.
- Rizki, Dian, 2009. “*Aplikasi Diagnosa Gangguan Lambung Melalui Citra Iris Mata Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*”. Skripsi tidak diterbitkan. Jakarta : Fakultas Ilmu Komputer Jurusan Teknik Informatika Universitas Pembangunan Jakarta.
- Purba, Michael, 2000. “*Kimia 2000 SMU Kelas 3*”. Penerbit airlangga . Jakarta.

Diniyah, I, 2009. “*Penerapan Model GARCH dan Jaringan Syaraf Tiruan*”. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang : Fakultas MIPA Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang.



Lampiran



Lampiran 1

1. contoh dari proses pengambilan data

pH larutan asam	volume larutan asam (ml)	pH larutan basa	volume larutan basa (ml)	pH campuran
0	5	14	5	7
1	5	14	10	13.8
2	10	14	10	13.7
2	70	12	50	2.8
3	70	12	20	11.2
2	80	12	10	2.1
2	20	12	20	7
3	30	13	30	12.7
2	30	13	80	12.9
0	50	13	20	0.2
1	70	13	80	11.7
2	70	13	80	12.7
3	70	13	80	12.8
1	20	13	70	1.5
2	20	13	70	12.2
3	20	13	70	12.3
1	5	12	100	11.7
2	5	12	100	11.9
3	5	12	100	11.9
0	5	12	100	1.4
0	20	12	10	0.2
1	20	12	10	1.2
2	20	12	10	2.5
3	20	12	10	1.4
0	10	14	10	7
1	10	14	10	13.6
2	10	14	10	13.7
3	10	14	10	13.7
0	10	14	20	13.5
1	10	14	20	13.8
2	10	14	20	13.8
3	10	14	20	13.8

Lampiran II

1 program interface Jaringan Syaraf Tiruan

```
clc;
load net.mat
a=input('Masukkan nilai ph NaOH (basa) :');
%anorm=mapminmax('apply',a,xns);
b=input('Masukkan nilai ph HCL (asam) :');
%bnorm=mapminmax('apply',b,xns);
c=input('Masukkan volume larutan NaOH (basa) :');
%cnorm=mapminmax('apply',c,xns);
d=input('Masukkan vlume larutan HCL(asam) :');
%dnorm=mapminmax('apply',d,xns);
g=[a;b;c;d];
gnorm=mapminmax('apply',g,xns);
e=sim(net,gnorm);
disp('nilai campuran PH larutan asam dan basa :')
f=mapminmax('reverse',e,tps);
disp(f);
```

