

IDENTIFIKASI UANG KERTAS MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGASI PADA SISTEM INTERNET-TELEPON UMUM

Gilang Kharisma, Achmad Subhan KH, ST
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus PENS-ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
(+62)31-5947280, 5946114, Fax.(+62)31-5946114
E-mail : gilangkh@gmail.com

Makalah Proyek Akhir

Abstrak

Alat komunikasi sekarang ini merupakan bagian dari kehidupan masyarakat. Setiap kegiatan apapun, alat komunikasi baik itu telepon genggam ataupun telepon rumah, menjadi sarana utama untuk melakukan komunikasi jarak jauh. Selain komunikasi suara, komunikasi data via internet juga tidak terlepas dari masyarakat. Sehingga pada tugas akhir ini dirancang suatu sistem yang memadukan antara komunikasi suara dengan data, dengan konsep telepon-internet umum.

Dalam tugas akhir ini akan dirancang suatu sistem untuk mengenali uang kertas dengan menggunakan algoritma jaringan saraf tiruan (Artificial Neural Network/ANN) backpropagasi. Sistem ini nantinya akan digunakan untuk autentifikasi sistem biling telepon internet umum. Sistem akan mengenali kontur permukaan uang kertas dengan beberapa sensor yang dipasang, kemudian data akan dipelajari dengan menggunakan metode ANN backpropagasi dan kemudian disimpan sebagai data referensi untuk mengenali uang kertas.

Dengan adanya tugas akhir ini masyarakat akan mendapatkan suatu bentuk layanan publik yang dapat memenuhi kebutuhan di era modern ini dalam berkomunikasi baik secara suara dan pertukaran data dalam media internet.

Kata kunci : Artificial neural network, backpropagasi, telepon internet umum, uang kertas.

1. PENDAHULUAN

Teknologi telekomunikasi merupakan suatu kebutuhan dari masyarakat di era modern ini. Komunikasi yang instan, cepat, dan sifatnya *mobile* merupakan tuntutan yang diinginkan oleh masyarakat. Dalam kurun waktu beberapa tahun perkembangan teknologi telah bergeser dari penggunaan telepon *fix wire* atau

telepon rumah menjadi *mobile phone* atau telepon genggam.

Menurunnya penggunaan telepon rumah juga terjadi pada penggunaan telepon umum, khususnya telepon umum koin dan kartu. Dari tahun ketahun penggunaannya semakin menurun [seiring bertambahnya penyedia layanan GSM maupun CDMA. Beralihnya penggunaan layanan telepon umum baik telepon umum koin dan kartu diakibatkan karena konsumsi telekomunikasi masyarakat Indonesia yang cenderung tidak sebatas komunikasi suara saja melainkan juga kebutuhan komunikasi data (internet). Penggunaan telepon koin juga dianggap tidak praktis, karena saat ingin menelpon seorang pengguna diharuskan membawa koin yang relatif banyak, karena nominal uang koin di masyarakat masih sangat kecil yaitu berkisar dari Rp 100 sampai dengan Rp 1000. Dikondisi lain masalah kepraktisan tersebut dapat di atasi dengan telepon kartu, namun pada akhirnya menimbulkan permasalahan baru yaitu sulitnya mendapatkan penjual kartu untuk telepon.

Pada tugas akhir ini ditawarkan suatu alternatif layanan publik yang dapat melakukan komunikasi telepon dan juga internet. Kelebihan dari sistem ini adalah selain melakukan komunikasi suara sistem yang dirancang dapat digunakan untuk melakukan komunikasi data di internet, sehingga sistem akan dibekali dengan display yang berfungsi untuk kenyamanan dalam menggunakan fitur *browsing* di internet. Karena penggunaan billing yang berbeda dengan telepon koin yaitu penggunaan uang kertas sebagai pengganti uang koin maka munculah ide untuk merancang dan membuat perangkat keras untuk identifikasi uang kertas dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan backpropagasi.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Perancangan mekanik untuk inputan uang kertas pada biling internet telepon umum.

2. Penentuan nominal dan keaslian uang kertas dengan metode backpropagasi
3. Keakuratan dalam pembacaan nominal uang pada kondisi tekstur uang yang beredar dimasyarakat.

1.2 Tujuan

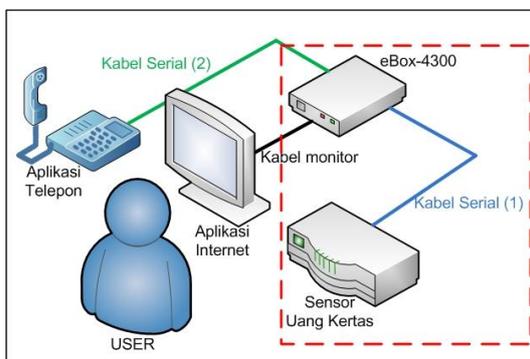
Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk membuat suatu sistem berupa perangkat keras maupun perangkat lunak untuk identifikasi uang kertas pada sistem biling internet telepon umum.

2. LANDASAN TEORI

Secara umum alat yang dirancang pada tugas akhir ini memiliki fungsi untuk mengidentifikasi nominal dan keaslian uang kertas. Nominal uang kertas dapat diidentifikasi berdasarkan warna. Sedangkan keaslian sensor uang kertas dapat diidentifikasi berdasarkan besar intensitas cahaya infrared yang menembus uang kertas.

2.1 Desain Sistem Secara Global

Sistem yang dirancang merupakan penerapan terhadap konsep telepon-internet umum. Gambar 2.1 menunjukkan desain global dari sistem.

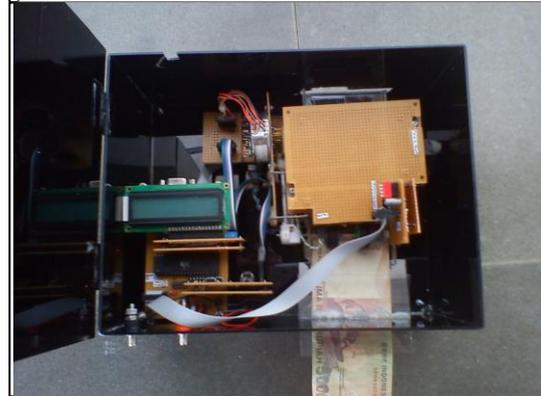


Gambar 2.1 Desain Global Sistem

Secara global, sistem yang dirancang merupakan pengaplikasian dari teknologi telepon dan internet. Kedua jenis telekomunikasi publik tersebut ingin diwujudkan dalam bentuk sistem terintegrasi internet-telepon umum. Konsep yang diusung pada dasarnya sangat sederhana yaitu membuat sistem yang memudahkan user dalam memilih layanan komunikasi baik itu internet atau telepon dalam satu alat.

Titik fokus pada tugas akhir ini adalah membuat sistem yang dapat melakukan identifikasi uang kertas. Pada gambar 2.1 ditunjukkan oleh garis merah putus-putus. Sistem identifikasi uang kertas yang dirancang secara garis besar memiliki dua bagian, yaitu hardware yang berfungsi mengambil data dari uang kertas dan software berupa komputasi jaringan saraf

tiruan. Bentuk hardware yang dibuat seperti pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Perangkat keras identifikasi uang kertas

Perangkat keras ini terdiri dari empat bagian yaitu:

1. Minimum sistem menggunakan Atmega 32
2. Sensor cahaya TSL 230
3. Sensor Inframed
4. Motor Stepper sebagai mekanik

2.2 Mikro Kontroler ATmega 32

Pada proyek akhir ini mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 32. Penggunaan mikrokontroler ATmega 32 ini dikarenakan kemampuan flash memory yang dapat menampung hingga 32 Kb. Untuk kapasitas memory yang cukup besar ini maka penulis memilih mikrokontroler jenis ini. Selain memiliki memory yang besar fitur yang digunakan oleh penulis adalah USART untuk komunikasi serial.

2.3 TSL 230

Sensor TSL 230 termasuk dalam salah satu jenis sensor yang dapat mengkonversi cahaya kedalam domain digital. Sensor ini terdiri dari serangkaian array dioda sejumlah 100 buah yang dipatenkan dengan konverter arus ke domain frekuensi. Output dari sensor TSL 230 adalah berupa deretan pulsa yang frekuensinya sebanding dengan intensitas yang diteriam oleh photodiode yang aktif. Jumlah photodiode yang aktif tergantung pada konfigurasi yang dilakukan, yaitu sesuai dengan sensitifitas dan penskalaan output yang kita berikan terhadap sensor tersebut.

2.4 Infrared

Sensor infrared memiliki fungsi sebagai pengidentifikasi keaslian uang kertas. Keaslian ini dapat dilihat dari analisa terhadap berkas cahaya yang menembus uang kertas, berkas cahaya tersebut dikonversi menjadi tegangan kemudian diolah menggunakan ADC yang terdapat pada mikrokontroler.

2.5 Motor Stepper

Digunakan sebagai mekanik untuk inputan uang kertas. Motor stepper berfungsi untuk menarik uang dari inputan menuju ruang penyimpanan. Selama perjalanan dari inputan menuju tempat penyimpanan uang kertas akan melewati sensor-sensor yang bertugas untuk mengambil data.

2.6 Jaringan saraf tiruan

Penggunaan komputasi jaringan saraf tiruan (JST) didasarkan oleh kemampuannya untuk mempelajari suatu kondisi yang telah diberikan, sehingga sistem yang menggunakan jaringan saraf tiruan akan lebih selektif dan lebih handal dalam menjalankan tugasnya. Cara kerja dari metode back propagasi adalah sebagai berikut, ketika JST diberi suatu inputan sebagai pola pelatihan maka pola tersebut akan masuk kedalam unit-unit lapis tersembunyi untuk diteruskan menuju lapisan keluaran. Lapisan keluaran akan memberikan tanggapan. Jika keluaran JST tidak sesuai dengan data yang diharapkan maka keluaran tersebut akan mundur pada lapis tersembunyi dan kemudian ke lapis masukan. Secara umum arsitektur dari jaringan saraf tiruan *backpropagation* terdiri dari tiga bagian yaitu berupa lapisan masukan, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran

3 METODOLOGI

Proyek akhir ini dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

3.1 Perancangan Minimum System

Minimum system yang akan dibuat merupakan pengendali sensor-sensor yang akan di kendalikan oleh Mikrokontroler Atmega 32. Bahasa pemrograman untuk menjalankan mikrokontroler adalah bahasa C.

3.2 Pembuatan Perangkat Keras

System terdiri dari beberapa sensor yaitu sensor cahaya dan sensor infrared. Sedangkan seluruh komponen yang terpasang pada board microkontroller adalah

- Sensor cahaya TSL 230
- Sensor Infrared
- Motor Stepper

3.3 Pengujian dan Analisa Hasil Penelitian

Sistem yang terbentuk berupa hardware (sensor uang kertas) dan software (jaringan saraf tiruan) akan dianalisa ketepatannya dalam menentukan nominal dan keaslian dari nominal uang kertas. Analisa pertama dilakukan pada perangkat keras, yaitu berupa pemantauan hasil scanning yang dilakukan oleh masing-masing sensor. Pengujian dilakukan dengan 2

tahap yaitu yang pertama menganalisa warna objek dari suatu benda. Objek yang diamati adalah kertas warna. Objek ini nantinya akan dilakukan penganalisaan pada sistem perangkat keras untuk mengetahui tingkat keakuratan dalam melakukan pengambilan data serta tingkat kepekaanya dalam menangkap perbedaan warna serta tingkat respon terhadap data ADC yang didapatkan dari sensor infrared. Tahap kedua adalah malakuakn analisa respon terhadap objek uang kertas. Pengamatan ini akan dapat mengetahui keakuratan dari masing-masing sensor

3.4 Kesimpulan

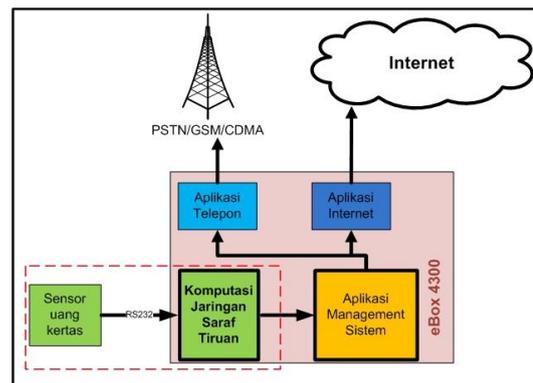
Hasil dari pengujian dan analisa hasil penelitian di simpulkan guna untuk mengetahui keefektifan system yang telah dibuat

3.5 Penyusunan dan Pembuatan Laporan

Langkah ini adalah langkah yang paling akhir dari perancangan dan penyusunan Proyek Akhir pembuatan hardware dan software identifikasi uang kertas setelah dilakukan perbaikan-perbaikan tentunya.

4 PENGUJIAN DAN ANALISA

Secara keseluruhan sistem yang akan dirancang untuk tugas akhir ini adalah seperti pada gambar 4.1. Pada tugas akhir ini titik fokusnya adalah membuat perangkat keras yang berfungsi untuk melakukan *autentifikasi* atau pengenalan terhadap keaslian dan nominal dari uang kertas sebagai sarana transaksi untuk mengaktifkan biling internet telepon umum, pada gambar 4.1 ditunjukkan pada bagian garis merah putus-putus.



Gambar 4.1 Sistem Global

Secara proses kerja minimum sistem inilah yang memiliki tugas yang paling penting dalam mendapatkan data awal yang terdapat pada uang kertas guna melakukan komputasi cerdas yang dilakukan pada software jaringan saraf tiruan. Adapun fungsi kerja minimum sistem secara spesifik adalah sebagai berikut:

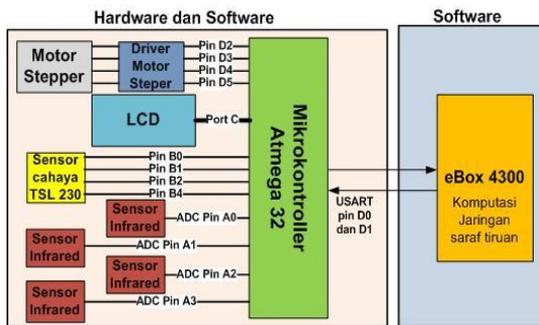
1. Menangani proses mekanik untuk inputan uang kertas
2. Melaksanakan intruksi pada sensor cahaya untuk melakukan scanning.
3. Melakukan pengolahan data dari sensor warna yang masih berupa pulsa-pulsa hingga didapatkan nominal angka tertentu.
4. Mengambil data tegangan dari intensitas cahaya sensor infrared yang menembus uang kertas dan melakukan pengolahan menggunakan ADC internal yang terdapat pada ATmega 32.
5. Menangani seluruh proses komunikasi RS-232 dengan eBox-4300
- 6.

4. W_R, W_G, W_B adalah nilai perhitungan kadar warna merah, hijau dan biru.

Index warna berfungsi sebagai normalisasi data untuk sensor cahaya. Hasil pembacaan sensor cahaya terhadap kertas uji warna merah, hijau, biru, putih dan hitam dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Pembacaan sensor warna terhadap kertas uji warna

Objek Kertas warna	Data rata-rata pembacaan warna		
	Red	Green	Blue
Merah	0,34375	0,3125	0,34375
Hijau	0,31000885	0,33658106	0,35341009
Biru	0,31950207	0,34854771	0,33195022
Putih	0,33333333	0,33333333	0,33333333
Hitam	0,32493845	0,33535316	0,3397084



Gambar 4.2 Arsitektur Sistem

Sensor cahaya TSL 230 sangat peka terhadap perubahan cahaya. Sehingga perlu diberikan suatu ruang khusus yang dapat meredam cahaya dari sumber cahaya yang dapat mengganggu pembacaan sensor TSL 230. Berikut ini bentuk perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan nilai dari hasil sampling yang diambil dari pulsa yang dihasilkan oleh sensor cahaya.

$$W_{[i]} = \frac{Pul_high}{Pul_high + Pul_low} \times 255 \dots\dots(1)$$

Keterangan :

1. Pul_high adalah hasil dari sampling untuk mendapatkan pulsa high.
2. Pul_low adalah hasil dari sampling untuk mendapatkan pulsa low
3. $W_{[i]}$ adalah hasil perhitungan kadar warna pada suatu objek, (I = R,G,B).

$$r = \frac{W_R}{W_R + W_G + W_B} \dots\dots(2)$$

$$g = \frac{W_G}{W_R + W_G + W_B} \dots\dots(3)$$

$$b = \frac{W_B}{W_R + W_G + W_B} \dots\dots(4)$$

keterangan :

1. r adalah index warna merah.
2. g adalah index warna hijau.
3. b adalah index warna biru.

Sensor infrared memiliki fungsi untuk menentukan nilai keaslian dari suatu objek uang kertas. Untuk menentukan keaslian dari uang kertas ini didapatkan dengan cara melakukan perhitungan terhadap intensitas cahaya infrared yang dapat menembus uang kertas. Data yang di dapatkan adalah data ADC sehingga perlu melakukan beberapa perhitungan untuk mendapatkan data dari perubahan tegangan yang masuk kedalam PIN ADC yang terdapat pada microcontroller ATmega 32.

$$ADC = \frac{DataADC}{1024} \times V \dots\dots(5)$$

Keterangan :

1. DataADC adalah data hasil pembacaan microcontroller pada Port A yang merupakan Port ADC.
2. Nilai 1024 didapatkan dari konfigurasi awal, yaitu saat melakukan konversi ADC menggunakan berapa bit. Dalam tugas akhir ini menggunakan 10 bit.
3. V adalah tegangan referensi yang digunakan sebagai comparator untuk inputan ADC. Pada kasus ini tegangan referensi yang digunakan adalah tegangan 5 V yang ada di microcontroller.

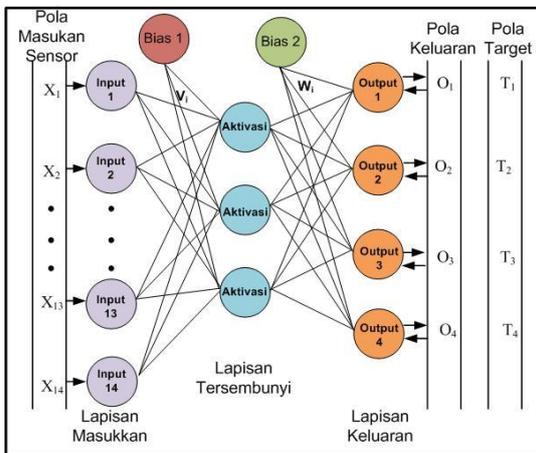
Tabel 4.2 Identifikasi Infrared terhadap Uang kertas

Infrared	Besar nilai ADC yang diterima dalam satuan Volt
Infrared 1	4,65609
Infrared 2	4,67504
Infrared 3	4,76027
Infrared 4	4,77872

Tabel 4.3 Identifikasi Infrared terhadap Uang Palsu

Infrared	Besar nilai ADC yang diterima dalam satuan Volt
Infrared 1	4,76605
Infrared 2	4,77504
Infrared 3	4,78047
Infrared 4	4,79873

Jaringan saraf tiruan merupakan suatu komputasi cerdas, dalam tugas akhir ini jaringan saraf tiruan digunakan untuk malakukan analisa terhadap data dari sensor uang kertas guna mendapatkan data untuk menentukan keaslian dan nominal dari masing-masing uang kertas. Disai dari jaringan saraf tiruan yang dirancang adalah seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Desain Jaringan Saraf Tiruan

Tabel 4.3 Confusion Matrix Uang Seribu Rupiah

		Prediksi	
		Teridentifikasi Rp 1.000	Tidak Teridentifikasi sebagai Rp 1.000
Nilai Aktual	Teridentifikasi Rp 1.000	TP = 13	FP = 7
	Tidak Teridentifikasi sebagai Rp 1.000	FN = 2	TN = 38

Tabel 4.4 Confusion Matrix Uang Dua Ribu Rupiah

		Prediksi	
		Teridentifikasi Rp 2.000	Tidak Teridentifikasi sebagai Rp 2.000
Nilai Aktual	Teridentifikasi Rp 2.000	TP = 10	FP = 10
	Tidak Teridentifikasi sebagai Rp 2.000	FN = 3	TN = 37

Tabel 4.4 Confusion Matrix Uang Lima Ribu Rupiah

		Prediksi	
		Teridentifikasi Rp 5.000	Tidak Teridentifikasi sebagai Rp 5.000
Nilai Aktual	Teridentifikasi Rp 5.000	TP = 15	FP = 5
	Tidak Teridentifikasi sebagai Rp 5.000	FN = 9	TN = 31

$$\text{Sensitifitas} = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Tabel 4.5 Perhitungan Sensitifitas Sistem Identifikasi Uang Kertas

Sensitifitas	Nilai
Sensitifitas terhadap uang Rp 1.000	86,66 %
Sensitifitas terhadap uang Rp 2.000	76,92 %
Sensitifitas terhadap uang Rp 5.000	62,50 %

Tabel 4.6 Pengujian uang palsu

Objek	Teridentifikasi Sebagai :
Rp 1000 ke 1	Tidak teridentifikasi
Rp 1000 ke 2	Tidak teridentifikasi
Rp 1000 ke 3	Rp 1000
Rp 2000 ke 1	Rp 5000
Rp 2000 ke 2	Tidak teridentifikasi
Rp 2000 ke 3	Tidak teridentifikasi
Rp 5000 ke 1	Rp 5000
Rp 5000 ke 2	Rp 5000
Rp 5000 ke 3	Tidak teridentifikasi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan serangkaian pengujian dan analisa terhadap Sistem identifikasi uang kertas yang dibuat dapat diambil suatu kesimpulan bahwa:

1. Sensor Cahaya yang digunakan harus dimodifikasi untuk dapat melakukan identifikasi terhadap objek warna. Caranya adalah dengan memancarkan warna merah, hijau dan biru pada objek yang di amati dan patulanya di tangkap oleh sensor cahaya.
2. Untuk dapat melakukan identifikasi terhadap keaslian uang kertas dapat dilakukan dengan cara memancarkan sinar infrared, kemudian receiver menangkap intensitas cahaya infrared yang menembus uang kertas dan diolah dalam ADC yang terdapat pada mikrokontroler.
3. Semua data hasil pembacaan sensor sebelum diolah dalam jaringan saraf tiruan harus dilakuakn normalisasi yang bertujuan untuk melakukan sinkronisasi data. Hasil dari

normalisasi ini akan menghasilkan data antara 0 sampai dengan 1.

4. Dalam proses pelatihan ataupun proses pengujian digunakan *learning rate* (α) dengan nilai 0.1. Dengan *learning rate* yang kecil maka jumlah epoch juga semakin banyak, tetapi keakuratan sistem juga bertambah. Hal itu dibuktikan dengan adanya tingkat kebenaran proses identifikasi sistem hingga mencapai 96.8466 %.
5. Tingkat sensitifitas sistem dalam melakukan identifikasi uang kertas berbeda-beda. Pada uang kertas Rp 1000 sensitifitas sistem mencapai 86,66 %, pada uang kertas Rp 2000 sensitifitas mencapai 76,92 %, sedangkan pada uang kertas Rp 5000 sensitifitas mencapai 62.50 %. Nilai sensitifitas ini yang mempengaruhi keakuratan sistem dalam melakukan identifikasi uang kertas.

Saran

Pada sistem identifikasi uang kertas memiliki kekuarangan yaitu pada keefektifan sistem dalam melakukan identifikasi pada objek uang kertas. Hal tersebut dikarenakan identifikasi dilakukan dengan menggunakan sensor cahaya sehingga faktor fisik uang, terutama kecerahan warna dari uang kertas menjadi tolak ukur utama untuk melakukan identifikasi. Maka untuk pengembangan sistem ini kedepan dibutuhkan penelitian tentang identifikasi uang kertas menggunakan *image processing*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arief Hermawan, "Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasi", Andi Yogyakarta, 2006.
- [2] Mauridi Hery Purnomo, Agus Kurniawan., "Supervised Neural Network dan Aplikasinya", Graha Ilmu, 2006.
- [3] Cheng Yuan Liou, Yen Ting Kuo, "Data Flow Desain for the Backpropagation Algorithm" Dept. of Computer Science and Information Engineering, National Taiwan University, 2010.