

# **Kombinasi metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan Logika fuzzy dalam pengendalian Kursi Roda Menggunakan Perangkat Neurosky Mindset Mobile (EEG)**

**Agus Siswoyo**

Politeknik Mekatronika Sanata Dharma (PMSD)  
Kampus PMSD, Jalan Jenengan Raya, Paingan, Maguwoharjo, Maguwoharjo, Depok, Sleman,  
Yogyakarta 55282 Indonesia  
Tel: +62274 883037 Fax. +62274 886529  
E-mail: woyo@pmsd.ac.id

## **Abstrak**

Kombinasi metode penerapan jaringan syaraf tiruan dengan logika fuzzy untuk memprediksi perkiraan arah kursi roda listrik dari input sinyal otak. Kontrol kursi roda ini sebagai upaya dalam memberikan kontribusi terhadap upaya meningkatkan kualitas hidup penyandang cacat fisik. Interaksi bagi penyandang cacat kaki sangat membantu kehidupan sosial dengan orang lain. Keterbatasan penyandang cacat kaki untuk berpindah tempat, maka dibuatkanlah kursi roda dengan sensor berupa sinyal otak.. Kursi roda ini diharapkan dapat membantu bagi penderita cacat dan para lansia untuk beraktifitas sehari-hari. JST mampu mengembangkan pemetaan yang baik antara input dan target. ANN dikembangkan terdiri dari 3 lapisan: lapisan masukan, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran (6-2-1). Output dari sensor neurosky mindset ini ada 6 sinyal yaitu: sinyal data Alfa1, sinyal Alpha2, sinyal mentah, sinyal time, sinyal Attention dan sinyal meditation . Sedangkan logika fuzzy untuk memprediksi nilai kecepatan motor kursi roda tidak jauh berbeda dengan prediksi yang dibuat oleh jaringan syaraf tiruan Backpropagation. Arduino uno dipilih untuk menerapkan algoritma program pembelajaran ini karena merupakan mikrokontroler papan sumber tunggal yang populer, ekonomis dan efisien. Pelatihan jaringan syaraf tiruan dalam penelitian ini menggunakan 21 paket data dari data mentah, Alpha1, Aplha2, data Meditasi, data Perhatian, total data waktu. Pada saat tes ada nilai Mean Square Error (MSE) pada akhir pelatihan sebesar 0,92495 pada epoch 9958, nilai koefisien korelasi sebesar 0,92804 menunjukkan bahwa akurasi hasil proses pelatihan baik. Dan hasil penggunaan metode logika fuzzy keberhasilan mencapai 98%.

Kata kunci: Navigasi, Artificial neural networks, logika fuzzy, Sinyal otak

## 1. PENDAHULUAN

Otak manusia di dalamnya terdapat sistem saraf yang menyediakan mekanisme untuk mengendalikan aktivitas sadar seperti gerakan dan berfikir. Aktivitas bawah sadar otak seperti proses pencernaan dan pernapasan. Aktivitas otak ini dapat direkam dan dimonitor dengan alat yang disebut EEG. Kemudian Electroencephalogram adalah merupakan sebuah ukuran fluktuasi tegangan otak yang terdeteksi dari elektroda yang menempel kulit kepala manusia.

Berbagai cara untuk mendapatkan data atau aktifitas otak dengan menaruh sensor sistem BCI invasif atau dengan cara memasukkan sensor ke dalam jaringan otak manusia di lapisan luar korteks atau di bawah kulit tengkorak atau disisipkan pada korteks serebral bagian dalam (intracortical). Sedangkan sistem BCI yang dikategorikan sebagai sensor *non-invasif* yang tidak dimasukkan ke dalam jaringan otak manusia misalnya berbasis BCI EEG, fMRI, MEG, dan PET. Sinyal keluaran yang dibaca oleh BCI dapat mengungkapkan berbagai informasi seperti aktivitas otak, ekspresi wajah, atau tingkat kegembiraan pengguna. Electroencephalography (EEG) adalah suatu antarmuka *non-invasif* yang paling banyak dipelajari, terutama karena resolusi temporalnya yang halus, kemudahan penggunaan, mudah dibawa dan biaya pemasangan yang rendah. Tapi juga mempunyai kekurangan begitu rentan terhadap kebisingan, hambatan substansial lainnya untuk menggunakan EEG sebagai antarmuka otak-komputer adalah pelatihan ekstensif yang diperlukan sebelum pengguna dapat menggunakan teknologinya. Neuron di korteks serebral mengeluarkan gelombang listrik dengan voltase sangat kecil (mV), yang kemudian dilewatkan melalui mesin EEG untuk diperkuat sehingga tercatat elektroenseleogram yang ukurannya cukup dapat ditangkap oleh mata pembaca sebagai gelombang EEG alpha, beta, Theta, Attention, Meditation dan sebagainya.

Rekaman sinyal otak yang tidak bagus itu akan menyesatkan proses diagnosa. Proses pengukuran dan perekaman gelombang otak ini disebut Electroencephalography, sedangkan alat yang digunakan untuk memantau aktivitas listrik di otak manusia dikenal dengan electroencephalogram (EEG). Electroencephalography (EEG) dapat menilai aktivitas otak selama seluruh tubuh bergerak namun gerakan kepala dapat menyebabkan samar sinyal elektrokorteks. Elektroda pada EEG biasanya terbuat dari bahan konduktor, seperti emas atau perak klorida, dengan diameter 1 cm.

Penerapan JST (jaringan saraf tiruan) dalam memprediksi arah kursi roda dari masukan tegangan yang tidak tampak, membuat sangat menarik bagi perancang dan insinyur manufaktur karena

mereka dapat menggunakan prediksi sebagai bagian disainnya. Prediksi menggunakan JST lebih rumit dengan menangani semua tahapan yang terlibat dalam proses simulasi, seperti melihat ke dalam model JST neuron-prediktif, dan menyajikan hasil serta kesimpulan dari prediksi yang disajikan dalam karya ini. Mengontrol robot atau kursi roda melalui sinyal saraf adalah ide yang sangat menarik karena masih sedikit keterbatasan manusia untuk melakukan suatu pekerjaan. Pengendalian jaringan syaraf tiruan menjadi semakin populer dalam kehidupan sehari-hari seperti otomasi rumah, bidang kesehatan, industri dan Sistem transportasi itu merupakan beberapa contoh bidang aplikasi.

Jaringan syaraf tiruan adalah mekanisme komputasi yang lembut, pendekatan yang diusulkan dapat diimplementasikan pada platform prototipe elektronika, misalnya program mikrokontroler Arduino, yang menerima beberapa masukan dan dapat mempengaruhi sekitarnya dengan mengendalikan aktuator. Pendekatan Neural Network telah disajikan untuk mengembangkan metode stabilisasi yang tepat. JST ini bertujuan untuk mempelajari perilaku pemakai atau pengemudi kursi roda, dengan memberikan cara kemudi yang lebih halus, mengontrol arah kursi roda seperti pengemudi pada umumnya. Untuk meningkatkan pemahaman akan sinyal syaraf dan bagaimana bisa digunakan untuk mengendalikan sebuah aktuator, maka penelitian ini bermaksud untuk membangun sebuah system kendali arah kursi roda melalui sinyal syaraf.

Kemudian dengan menggunakan *Fuzzy Logic Controller*, masukan sinyal perhatian (attention) dan sinyal meditation akan diproses guna mendapatkan nilai duty cycle sinyal PWM untuk mengatur kecepatan motor kursi roda, nilai inilah yang digunakan sebagai acuan pembangkit PWM. Acuan utama yang digunakan dalam pengukuran sinyal perhatian dari Neurosky Mindset. Dengan metode ini, kecepatan motor dc dapat diatur secara bertahap tergantung dari perhatian seseorang pemakai dan nilai meditasinya.

Langkah perancangan ada 3 tahap:

#### 1. Fuzzyfikasi

Meliputi pendefinisian masukan/keluaran sistem dalam format crisp dan batasan nilai-nilainya

#### 2. Inferensi Fuzzy

Inferensi fuzzy mengacu pada grafik kinerja sistem kendali domain waktu dengan masukan step response, kemudian dibuatlah *if-then* rule yang merepresentasikan tujuan yang diinginkan yaitu peningkatan kinerja sistem.

### 3. Defuzzyfikasi

Langkah terakhir dalam pengembangan system fuzzy adalah defuzzyfikasi yakni untuk mendapatkan nilai crisp dari hasil inferensi fuzzy.

Pada proses defuzzyfikasi dengan metode COG setiap keluaran fungsi keanggotaan yang mempunyai nilai diatas fuzzy keluaran dipotong, pemotongan ini disebut lamda cut. Hasil dari fungsi keanggotaan yang telah terpotong digabungkan lalu dihitung dengan COG secara keseluruhan

## 2. KARYA TERKAIT

Penelitian yang mirip dengan penelitian yaitu penelitian yang dilakukan Mustafa Ahmned Yousef dan Mustafa Ezz EL-din Mohamed [6]. Dalam penelitiannya peneliti menggunakan Neurosky Mindset sebagai sensor sinyal otak dan mengontrol kecepatan dengan PWM dimobil RC, Penelitian lain yang dilakukan oleh Tom Carlson dan Jos´e del R. Mill´an [5] mempunyai perbedaan terletak pada alat untuk membaca sinyal otak menggunakan EEG Monopolar menggunakan 16 elektroda, selain itu metode menggunakan P300 dan *Canonical Variate Analysis* (CVA). camera dalam penelitian Tom Carlson dan Jos´e del R. Mill´an sebagai sensor untuk menentukan posisi kursi roda.

Selanjutnya dalam penelitian Vijay khare, Jayashree Santhosh and Sneh Anand Manvir Bhatia [4]. Mempunyai pokok penelitian memproses data sinyal dengan *Wavelet Packet Transform* dan menggunakan *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN). Penelitian berikutnya oleh Ki-Hong Kim, Hong Kee Kim, Jong-Sung Kim, Wookho Son, and Soo-Young Lee [7]. Dalam penelitian yang dilakukan mengontrol kursi roda dengan EEG dan EMG. Metode yang dilakukan dengan *Linear Prediction Coefficients* (LPCs).

Penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan Neurosky Mindset sebagai pembaca sinyal otak dengan metode *ANN* dan metode logika fuzzy dalam mengontrol sebuah kursi roda.

### **3. ORIGINALITAS**

Dalam penelitian ini adalah keaslian yang belum pernah digunakan adalah sinyal yang didapat dari NeuroSky mindset digunakan untuk memprediksi & mengatur arah posisi kursi roda yaitu belok kanan, belok kiri, dan maju, menggunakan metode ANN juga metode logika fuzzy. Metode ANN yang digunakan dalam penelitian ini membantu para insinyur, perancang di perusahaan untuk merencanakan output pada proses produksi atau pengendalian yang diinginkan dengan cara mudah proses ANN di komputer ataupun mikrokontroler. Informasi ini digunakan sebagai masukan ke jaringan syaraf tiruan yang dilatih untuk mengklasifikasikan tiga tugas mental yang berbeda. Kemudian klasifikasi ini digunakan untuk mengendalikan gerakan (belok kiri, belok kanan dan ke depan) dari karakter di kursi roda listrik. Lalu metode logika fuzzy untuk mengatur kecepatan Bergeraknya sebuah kursi roda.

### **4. NEUROSKY MINDSET MOBILE DEVICE**

#### **4.1 Fungsi EEG**



**Gambar 1.** Mindset NeuroSky

Sumber: Instruction Manual Neurosky Mindset

Sensor NeuroSky Mindset ini biasa digunakan dalam sebuah permainan komputer. Alat ini akan menangkap gelombang sinyal otak dan memproyeksikannya ke dalam permainan gerak. Selama waktu itu, komputer akan mendeteksi ukuran gelombang yang dihasilkan dalam skala tertentu dan kemudian menyesuaikan sensitivitas sehingga permainan komputer bisa berjalan. NeuroSky

mindset mengukur aktivitas listrik di otak manusia melalui elektroda yang ditempelkan di dahi dan objek telinga. Keluaran dari sensor NeuroSky pola pikir itu:

#### 1. Perhatian

Ukuran perhatian menunjukkan tingkat intensitas pengguna "fokus" mental atau "perhatian". Nilainya berkisar antara 0 sampai 100. Tingkat perhatian meningkat saat pengguna berfokus pada satu pemikiran atau objek eksternal, dan menurun saat terganggu.

#### 2. Deteksi kedip / Detak jantung

Algoritma deteksi berkedip / berkedip setiap kali pengguna memberikan indikasi berkedip. Angka yang lebih tinggi menunjukkan "kuat" berkedip, sementara angka yang lebih kecil menunjukkan "ringan" atau "lemah" berkedip.

#### 3. Kualitas sinyal

Menunjukkan kualitas sinyal gelombang otak yang ditangkap baik atau buruk. Berdasarkan hal tersebut pengguna bisa memutuskan apakah sinyal gelombang otak bisa digunakan atau tidak.

#### 4. Meditasi

Ukuran meditasi menunjukkan tingkat mental "ketenangan" pengguna atau "relaksasi". Nilainya berkisar antara 0 sampai 100. Tingkat Meditasi meningkat saat pengguna melonggarkan pikirannya dan menurun saat dia cemas atau stres.

#### 5. Sensor kontak hidup / mati

Menentukan apakah headset sedang digunakan, apakah sensor mendeteksi dan memberi petunjuk permukaan konduktif, seperti kulit.

Output utama dari sinyal sensor mindset NeuroSky yang akan digunakan adalah sinyal perhatian. Selain itu sinyal lain yang juga digunakan yaitu sinyal meditasi, sinyal alpha, sinyal mentah, sinyal total time. Sinyal perhatian yang akan digunakan sebagai input ke ANN guna memprediksi arah kursi roda dengan mengontrol putaran motor dc dan metode logika fuzzy untuk mengatur kecepatan motor kursi roda. Alat ini memiliki satu sensor kering yang bisa diletakkan di dahi, sisi kiri. Dan 3 sensor kering di telinga kiri, untuk referensi. Ini memiliki microchip yang melakukan pra-proses sinyal EEG, dan mentransmisikan data tersebut melalui Bluetooth. Algoritma pengolahan bukan merupakan protokol terbuka, namun FFT pada sinyal yang memberi kekuatan band. Namun, kekuatan ini diskalakan dan disaring supaya hanya saling terhubung satu sama lain.

### **4.2 Komunikasi sensor neurosky mindset dengan mikrokontroler Arduino**

Sensor EEG/neurosky mindset harus disesuaikan supaya dapat bekerja dengan mikrokontroler Arduino. Arduino hanya bisa membaca nilai input antara 0V dan 5V, sedangkan sensor menghasilkan nilai output antara  $\pm 5V$ .

**Table 1.** tipe sinyal otak

Tipe gelombang Otak	Frekuensi interval	Keadaan dan kondisi mental
Delta	0.1 – 3 hz	Tidur nyenyak tanpa mimpi, tidak sadar
Theta	4 - 7 Hz	Intuitif, kreatif, mengingat, fantasi, khayalan, mimpi
Alpha	8 - 12 Hz	Santai, tetapi tidak mengantuk, tenang, sadar
Low Beta	12 -15 Hz	Santai namun fokus, terintegrasi
Midrange Beta	16 -20 Hz	Berpikir, sadar akan diri & lingkungan
High Beta	21 - 30 Hz	Waspada, agitasi

Sumber: Instruction Manual Neurosky Mindset

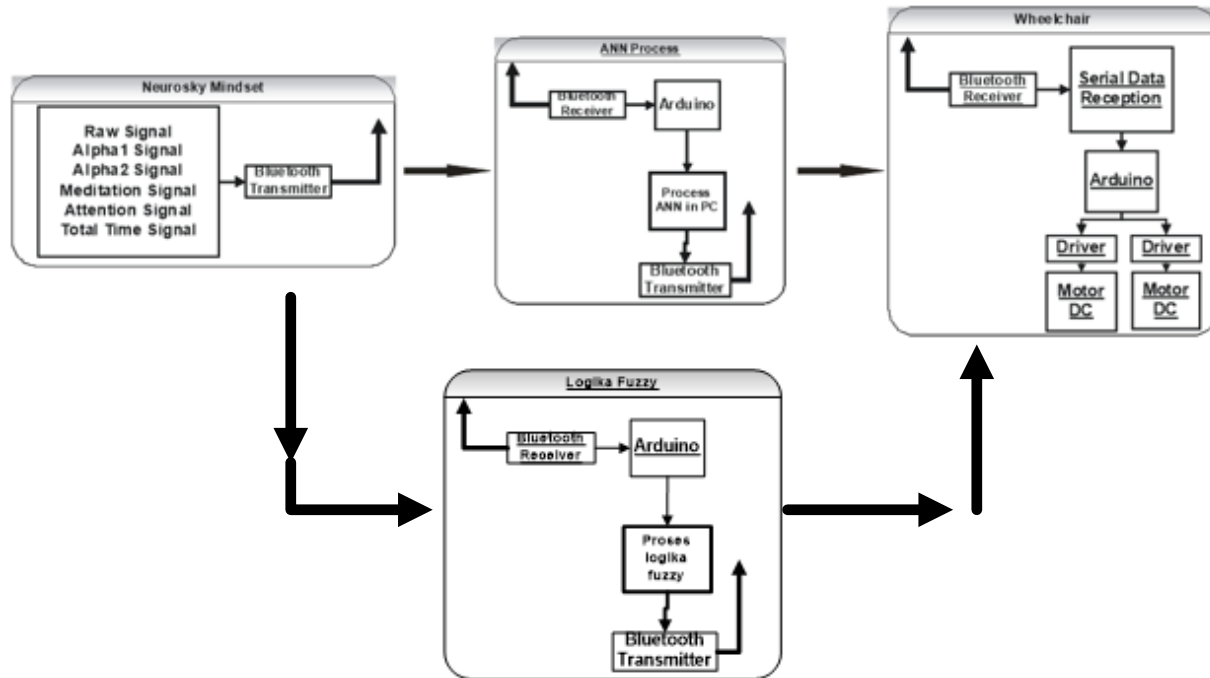
Dari table diatas output dari sensor neurosky mindset diklasifikasikan ke beberapa tingkatan gelombang dan kondisi mental seseorang pemakai.



**Gambar 2.** Arduino Uno

Dari output pengolahan metode Jaringan syaraf tiruan dan logika fuzzy nilai yang telah didapatkan kemudian di distribusikan ke mikrokontroler arduino untuk mengontrol arah kursi roda dan kecepatannya si pemakai.

## 5. DESAIN SISTEM



**Gambar 3:** Blok diagram

Dari sistem blok sensor di atas sensor NeuroSky sebagai sensor utama yang akan mendapatkan data sinyal otak dalam format paket data. Paket data terdiri dari sinyal data Alfa /  $\alpha$ , Beta /  $\beta$ , Tetha /  $\theta$ , Gamma /  $\delta$ , Perhatian, meditasi. Sensor neurosky mindset ini akan menangkap sinyal melalui perangkat teknologi gelombang otak dengan electroencephalograms (EEGs) yang terdapat pada headphone ini. Dari gelombang otak yang ditangkap, perangkat akan mengenali bentuk gelombang yang akan dimasukkan ke sebuah mikrokontroler arduino. Sensor neurosky mindset ini menggunakan konektivitas Bluetooth untuk diintegrasikan dengan perangkat keras lain. Dalam penggunaan sensor mindset NeuroSky tertentu ada empat elektroda yang menempel pada posisi yang tepat, jadi kita mendapatkan masukan sinyal otak yang tepat. Kemudian paket data dikirim ke mikrokontroler dengan modul modem Bluetooth.

Pada algoritma jaringan syaraf tiruan propagasi balik ini digunakan fungsi aktivasi sigmoid biner di mana fungsi ini bernilai antara 0 s.d 1. Namun fungsi sigmoid biner tersebut sejatinya tidak pernah mencapai angka 0 maupun 1. Oleh sebab itu, data sensor neurosky mindset perlu dinormalisasi terlebih dahulu salah satu contohnya ke dalam range 0,1 s.d 0,9 menggunakan persamaan berikut ini:



$$X' = \frac{0,8 (X - b)}{(a - b)} + 0,1$$

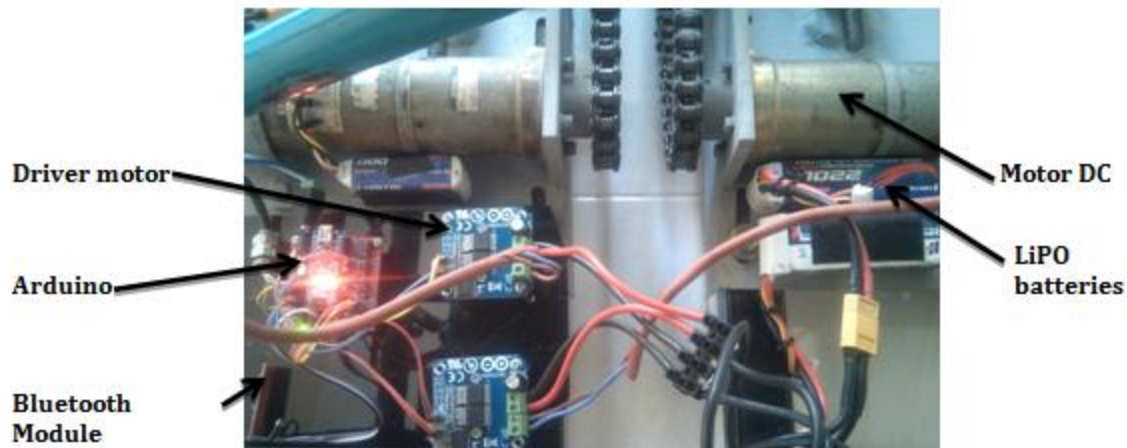
di mana:

$X'$  = data hasil normalisasi

$X$  = data asli/data awal

$a$  = nilai maksimum data asli

$b$  = nilai minimum data asli



**Gambar 4:** Electronic circuit wheelchair

## 5.1 Algoritma Backpropagation

Algoritma Terlibat dalam propagasi balik:

1. Inisialisasi: ini biasanya dilakukan sebelum latihan. Bobot dan bias harus diinisialisasi. Inisialisasi berarti mengatur ulang bobot jaringan dan bias terhadap nilai aslinya. Fungsi MATLAB 'init' mengambil objek jaringan sebagai masukan dan mengembalikan objek jaringan dengan semua bobot dan bias yang diinisialisasi.

2. Pelatihan: fungsi pelatihan dan pembelajaran adalah prosedur matematis yang digunakan untuk menyesuaikan bobot dan bias jaringan secara otomatis. Sementara yang pertama menentukan algoritma global yang mempengaruhi bobot dan bias jaringan yang diberikan, yang terakhir dapat diterapkan pada bobot dan bias individu dalam jaringan. Pelatihan ANN pada dasarnya terdiri dari penentuan parameter jaringan seperti bobot dan lainnya, yang memungkinkan pencapaian tujuan yang diinginkan berdasarkan pada set pelatihan yang ada. Biasanya, jaringan saraf tiruan multilayer dilatih secara supervised sesuai dengan algoritma propagasi balik. Pelatihan berhenti

ketika kinerja telah diminimalkan ke tujuan, gradien kinerja berada di bawah gradien minimum, jumlah maksimum momen tercapai, atau jumlah maksimum waktu telah dieksekusi.

3. Preprocessing and Post-processing: Pelatihan jaringan syaraf bisa dilakukan lebih efisien jika langkah pengolahan tertentu dilakukan pada input dan target jaringan (preprocessing). Hal ini sering berguna untuk mengukur input dan target sebelum pelatihan sehingga selalu berada dalam kisaran yang ditentukan. Dengan pendekatan ini, data yang dicatat secara tidak benar dan data abnormal diidentifikasi dan dibuang atau disesuaikan dengan menggunakan metode statistik untuk menghindari kontaminasi model.

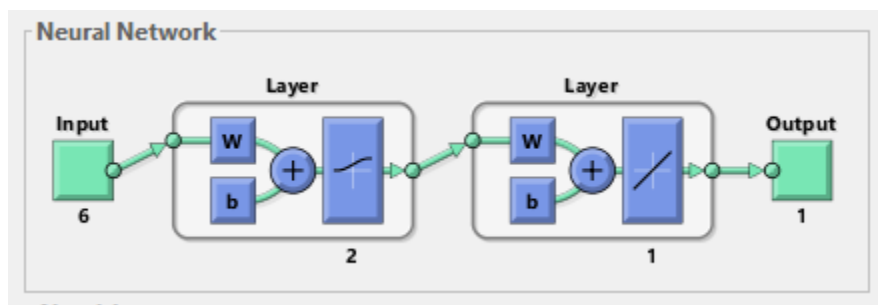
4. Simulasi: fungsi simulasi 'sim' mensimulasikan jaringan. Dibutuhkan input jaringan dan objek jaringan, dan kemudian mengembalikan output jaringan. Dengan menggunakan jaringan syaraf yang terlatih, hasil perkiraan disimulasikan dengan menggunakan parameter masukan.

### 5.3 Analisis Dan Desain

Sebuah arsitektur jaringan akan menentukan keberhasilan target yang ingin dicapai karena tidak semua masalah bisa diatasi dengan arsitektur yang sama.

Arsitektur jaringan yang akan digunakan untuk memprediksi perubahan arah kursi roda belok kanan, belok kiri, dan lurus adalah jaringan dengan banyak lapisan. Model ini adalah jaringan dengan banyak lapisan dan memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi yang berada di antara lapisan input dan lapisan keluaran.

Adapun arsitektur jaringan ini bisa ditunjukkan pada gambar 6:



**Gambar 5:** Arsitektur jaringan syaraf 1: 6 node input, 2 node tersembunyi, dan 1 node output

Jumlah neuron dalam lapisan tersembunyi ditentukan dg cara trial & error. Jumlah neuron, jumlah layer tersembunyi, jenis fungsi aktivasi, jenis fungsi pelatihan, target error, jumlah epoch, laju pembelajaran, dan momentum dapat dijadikan sebagai variabel penelitian dalam merancang arsitektur jaringan syaraf tiruan. Utk jumlah neuron pada layer keluaran dapat dibuat satu saja, bisa juga berjumlah 3. Satu neuron jika target kelas diisi dg angka misal 1, 2, 3. Tiga neuron jika target kelas diisi dg bilangan biner misal 0,1,0 ; 0,0,1 ; 1,0,0 dst. inialisasi bobot dilakukan secara acak karena kita tidak tahu berapa nilai bobot terbaik yang dapat menghasilkan nilai keluaran yang mendekati target bobot diinisialisasi dengan bilangan acak kecil yang terdiri dari bilangan positif dan negative. trainlm merupakan fungsi pelatihan dengan algoritma Levenberg-Marquardt backpropagation fungsi tersebut merupakan algoritma yang paling cepat dalam memperbarui bobot dan bias dibandingkan dg algoritma yg lain tetapi membutuhkan memory yang paling besar

Dari arsitektur jaringan, bisa diformulasikan lapisan dan variabel yang digunakan.

1. Variabel input atau input layer (X) adalah variabel yang mempengaruhi output (Y) dengan lapisan yang terdiri dari enam (6): Baku, Alpha 1, Alpha 2, Meditasi, Perhatian, Waktu Total.
2. Lapisan tersembunyi (z) terdiri dari 10 simpul. Untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat, jumlah node bisa diubah lagi dan lagi dengan memasukkan jumlah node yang berbeda.
3. Lapisan keluaran atau variabel output (y) dengan lapisan 3 (tiga) simpul yaitu untuk memprediksi arah kursi roda.

Hasil diharapkan output mendeteksi nilai untuk memprediksi arah kursi roda. Sedangkan hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Belok kiri 90 derajat
2. Belok ke kanan 90 derajat
3. Lurus ke depan

Tambahkan jumlah Neuron di lapis tersembunyi (Hidden Layer). Menurut riset di jurnal-jurnal, hidden layer yang optimal itu satu saja, perlu diingat, makin banyak hidden layer, proses menjadi sangat lambat dan terkadang computer yang dipakai tidak sanggup memprosesnya sehingga muncul pesan “Out of Memory”

Data table dibawah ini sudah di skala kan untuk mempermudah proses pengolahan data secara ANN.

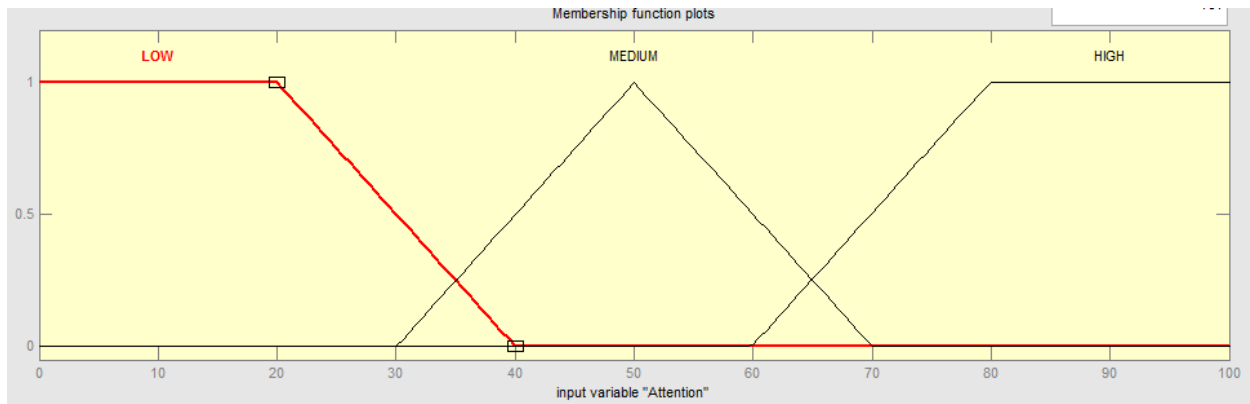
**Tabel 3.** Data Pelatihan prediksi perubahan sinyal otak

<b>Data Retrieval</b>	<b>Raw</b>	<b>Alpha 2</b>	<b>Alpha 1</b>	<b>Meditation</b>	<b>Attention</b>	<b>Total time</b>	<b>Target</b>
1	0.46	0.13	0.33	0.71	0.85	0.14	TURN LEFT
2	0.97	0.19	0.37	0.71	0.76	0.39	TURN RIGHT
3	0.35	0.12	0.39	0.7	0.45	0.64	FORWARD
4	0.633	0.12	0.33	0.7	0.76	0.24	TURN LEFT
5	0.53	0.15	0.32	0.69	0.66	0.52	TURN RIGHT
6	0.345	0.12	0.38	0.7	0.46	0.34	FORWARD
7	0.13	0.12	0.36	0.71	0.67	0.22	TURN LEFT
8	0.98	0.12	0.42	0.7	0.77	0.32	TURN RIGHT
9	0.672	0.17	0.39	0.7	0.55	0.54	FORWARD
10	0.147	0.12	0.38	0.4	0.95	0.27	TURN LEFT
11	0.238	0.17	0.35	0.7	0.65	0.24	TURN RIGHT
12	0.142	0.12	0.44	0.7	0.51	0.44	FORWARD
13	0.78	0.13	0.33	0.7	0.75	0.24	TURN LEFT
14	0.34	0.12	0.38	0.8	0.85	0.38	TURN RIGHT
15	0.91	0.13	0.43	0.7	0.36	0.38	FORWARD
16	0.48	0.12	0.41	0.69	0.74	0.15	TURN LEFT
17	0.24	0.16	0.43	0.68	0.84	0.34	TURN RIGHT
18	0.96	0.12	0.45	0.69	0.47	0.59	FORWARD
19	0.35	0.12	0.25	0.71	0.77	0.24	TURN LEFT
20	0.95	0.19	0.33	0.71	0.76	0.24	TURN RIGHT
21	0.62	0.12	0.41	0.71	0.48	0.22	FORWARD

Pelatihan dimulai dengan menginisialisasi bobot awal dan bias dari backpropagation jaringan syaraf tiruan. Masukan dalam model jaringan syaraf tiruan backpropagation ini terdiri dari lapisan sebanyak 6 lapisan input, lapisan tersembunyi sebanyak 2 lapisan dan 1 lapis output.

Kemudian untuk metoda logika fuzzy, Fuzzy Linguistic Variables digunakan untuk mewakili kualitas yang mencakup spektrum tertentu. Ukuran perhatian menunjukkan tingkat intensitas mental pengguna "fokus" atau "perhatian". Nilainya berkisar dari 0 hingga 100. Tingkat perhatian meningkat ketika pengguna berfokus pada satu pikiran atau objek eksternal, dan berkurang ketika terganggu.

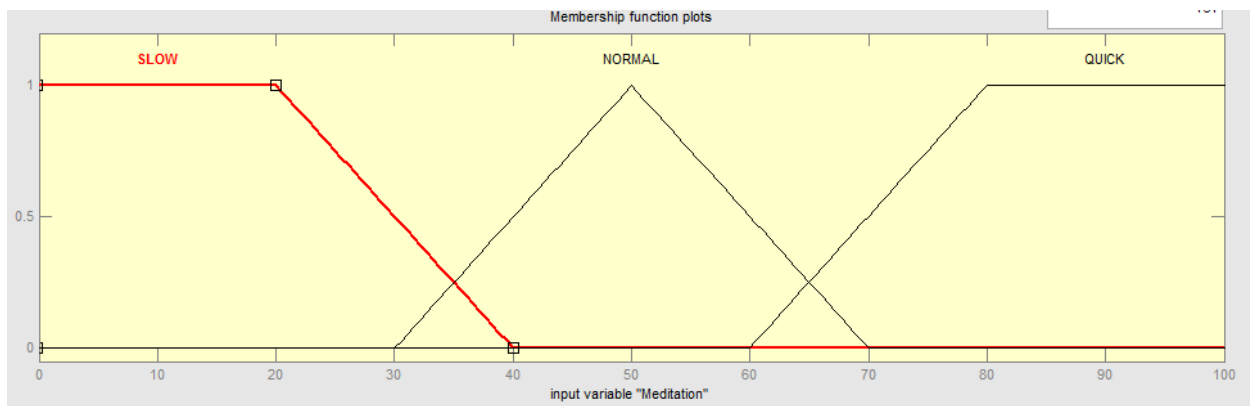
Perhatian: {Rendah, Sedang, Tinggi}



**Gambar 6:** Keanggotaan input fuzzy perhatian

Ukuran meditasi menunjukkan tingkat ketenangan mental "pengguna" atau "relaksasi". Nilainya berkisar dari 0 hingga 100. Tingkat meditasi meningkat ketika pengguna merilekskan pikirannya dan menurun ketika ia gelisah atau stres.

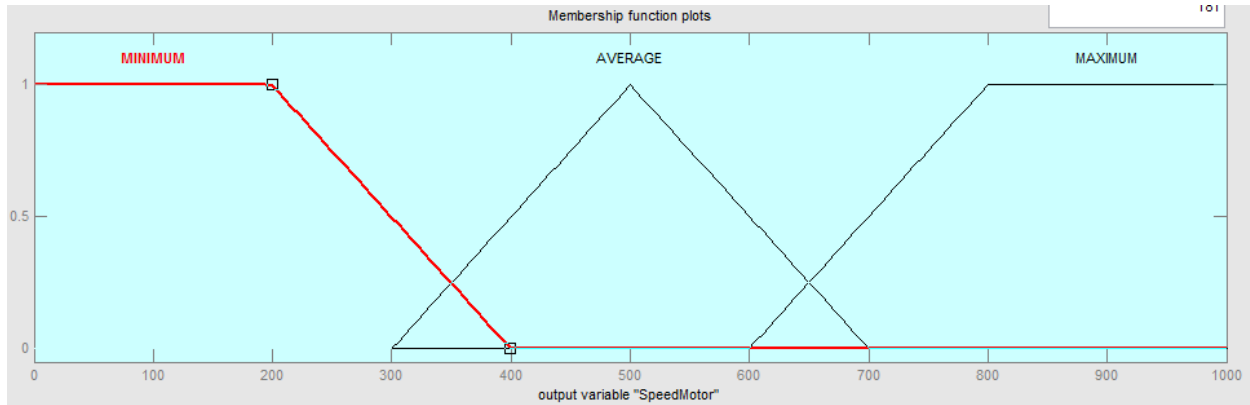
Meditasi: {Lambat, Normal, Cepat}



**Gambar 7:** Keanggotaan input fuzzy meditasi

Sebagaimana diperlukan untuk mengontrol kecepatan kursi roda cukup dengan 3 kondisi.

Motor Kecepatan: {Minimum, Average, Maximum}



**Gambar 8:** Keanggotaan output fuzzy berupa kecepatan motor

**Tabel 4.** Aturan logika fuzzy

Rule base				
		Attention		
		Low	Medium	High
Meditation	Slow	MINIMUM	AVERAGE	MAXIMUM
	Normal	AVERAGE	AVERAGE	AVERAGE
	Quick	MINIMUM	AVERAGE	AVERAGE

Aturan logika fuzzy

1. If (Attention is LOW) and (Meditation is SLOW) then (SpeedMotor is MINIMUM)
2. If (Attention is LOW) and (Meditation is NORMAL) then (SpeedMotor is AVERAGE)
3. If (Attention is LOW) and (Meditation is QUICK) then (SpeedMotor is MINIMUM)
4. If (Attention is MEDIUM) and (Meditation is SLOW) then (SpeedMotor is AVERAGE)
5. If (Attention is MEDIUM) and (Meditation is NORMAL) then (SpeedMotor is AVERAGE)
6. If (Attention is MEDIUM) and (Meditation is QUICK) then (SpeedMotor is AVERAGE)
7. If (Attention is HIGH) and (Meditation is SLOW) then (SpeedMotor is MAXIMUM)
8. If (Attention is HIGH) and (Meditation is NORMAL) then (SpeedMotor is AVERAGE)
9. If (Attention is HIGH) and (Meditation is QUICK) then (SpeedMotor is AVERAGE)



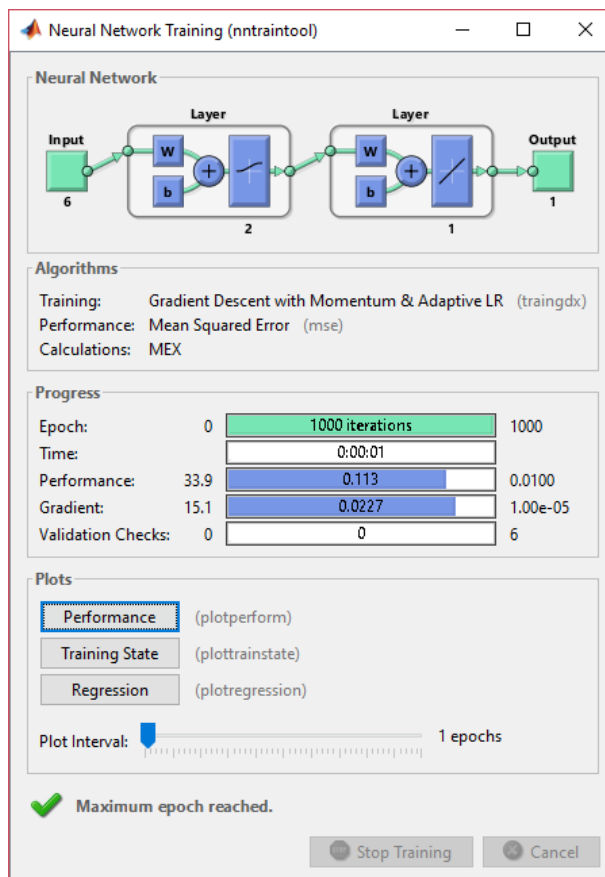
**Gambar 9:** Hasil percobaan berupa kecepatan motor

## 6. EKSPERIMEN DAN ANALISIS

Pendekatan ini akan mengikuti model trial and error yang empiris. Ketidakpastian tentang apa yang akan bekerja berkaitan dengan klasifikasi EEG, dalam lingkungan real-time membuat ini menjadi masuk akal. Hal ini juga membuat sulit untuk memecah tujuan menjadi langkah-langkah yang mudah diikuti, sebelum melakukan percobaan. Pertanyaan peneliti akan menjadi prioritas, namun setiap temuan dan pengalaman menarik harus diselidiki lebih lanjut dan dilaporkan. Dengan demikian, penelitian ini akan menjadi proses mengambang dari awal sampai akhir, dan informasi latar belakang akan dimasukkan adalah relevan dan ditemukan; Tidak hanya di Bab 3 dan 4. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan keterbacaan. Gambar berikut menunjukkan hasil eksperimen dari pekerjaan kita.



**Gambar 10:** Percobaan pada kursi roda



**Gambar 11:** Regression simulation results.

Output dari target oleh ANN dibandingkan output dan error dihitung untuk review terhadap setiap pelatihan iterasi. Kemudian menyebarkan kesalahan Back Into Neural Network dan digunakan



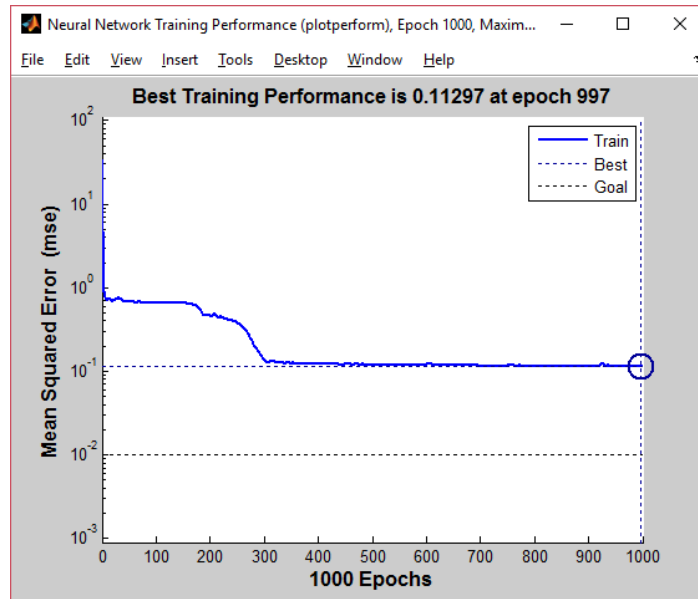
untuk meninjau Catatan dan catatan disesuaikan, sehingga meminimalkan mean squared error output BETWEEN Training Network dan output aktualnya.

Analisis Regresi Setelah kumpulan data terkumpul, selalu penting untuk menentukan hubungan antara variabel dependen dan independen. Analisis regresi memungkinkan untuk memahami bagaimana nilai variabel dependen (atau 'variabel kriteria') berubah bila ada salah satu variabel independen yang bervariasi, sementara variabel independen lainnya dipegang tetap. Ini banyak digunakan untuk memprediksi, meramalkan, dan menganalisis kumpulan data. Hal ini juga dapat digunakan untuk memahami mana diantara variabel independen yang terkait dengan variabel dependen. Analisis regresi menggunakan model yang berbeda untuk memprediksi nilai variabel dependen. Model ini mencakup regresi linear dan polinomial sederhana. Regresi linier sederhana mengestimasi nilai variabel dependen yang berhubungan linear dengan satu variabel independen. Sedangkan model polinomial digunakan untuk memperkirakan kemungkinan hubungan polinomial antar variabel. Pendekatan metode kuadrat terkecil digunakan untuk memperkirakan garis pas dan model terbaik yang digunakan.

Untuk menyuplai sumber tegangan dengan menggunakan dua baterai LiPO 12v 2200MaH karena kepadatan energi yang tinggi dan karena tersedia di beberapa toko terdekat. Pengujian dilakukan dengan kursi roda menggerakkan kedua motor dc dengan kecepatan penuh dan dengan pengambilan data sensor neurosky mindset yang konstan. Ini menghasilkan masa pakai baterai sekitar 15 menit.

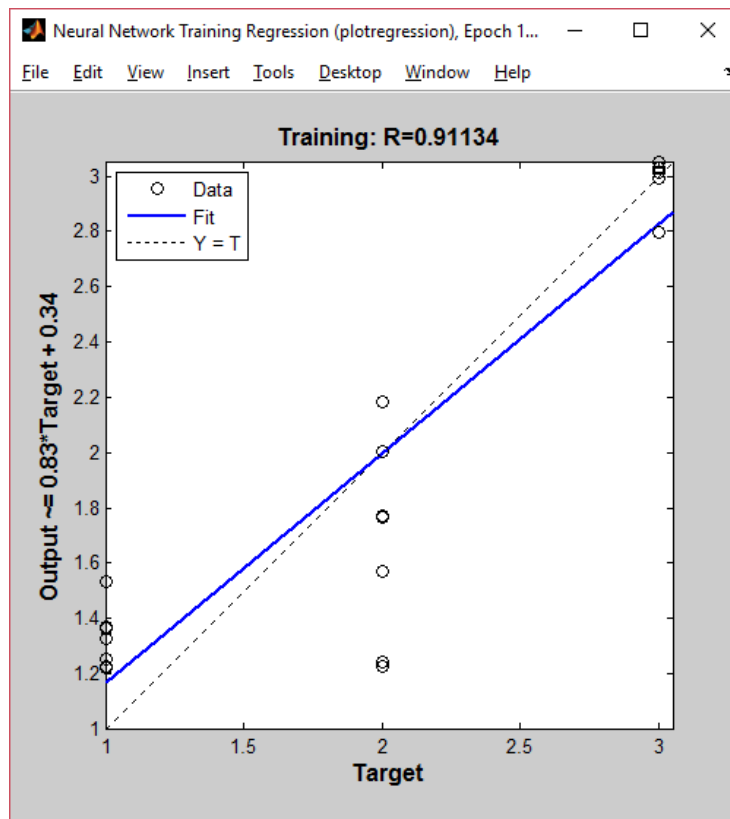
Berdasarkan hasil tabel di atas, dapat diketahui bahwa jaringan mengenali pola tidak begitu cepat. Dari hasil tersebut diperoleh arsitektur jaringan terbaik adalah 50,1 dengan tingkat pembelajaran = 0,03 dan momentum = 0,6, dan hasil MSE = dan persentase = 81,8181%.

Pada pelatihan ini error goal (MSE) sebesar 0,11297 dicapai pada epoch yang ke-461 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 12:** Regression simulation results.

Sedangkan koefisien korelasi R yang dihasilkan adalah sebesar 0,98886 seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



**Gambar 13:** Regression simulation results.

Berdasarkan pada nilai koefisien korelasi dan nilai MSE (Mean Square Error) yang diperoleh pada proses pelatihan tersebut, dapat disimpulkan bahwa JST dapat memprediksi arah kursi roda dengan baik.

Nilai koefisien korelasi dan nilai MSE yang dihasilkan pada proses pengujian menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan propagasi balik cukup baik untuk memprediksi arah kursi roda. Kedua nilai tersebut dapat ditingkatkan performansinya dengan cara memperbanyak data latih serta mengubah-ubah parameter yang mempengaruhi performansi jaringan seperti error goal, jumlah epoch, arsitektur jaringan, jenis fungsi aktivasi, dll.

## **7. KESIMPULAN**

Hasil analisis dan disain serta translasi uji dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jaringan syaraf tiruan dengan algoritma backpropagation mampu memprediksi teknik respon cepat dan kualitas aproksimasi data yang tinggi dibandingkan dengan solusi matematis yang telah ditunjukkan dan hasil simulasi sangat menjanjikan.
2. Kontrol arah kursi roda close loop dikembangkan dengan menggunakan mikrokontroler Atmega 168 Arduino. Kontrol ANN berhasil diimplementasikan pada mikrokontroler Arduino dan diuji pada sistem kontrol arah kursi roda. Output sistem juga sesuai dengan hasil teoritis yang menunjukkan akurasi sistem yang lebih baik. Kontrol ANN dapat digunakan untuk mekanisme kontrol mesin dengan pola beban yang rumit.
3. Dapat dilihat bahwa hasil peramalan antara logika fuzzy dengan jaringan saraf tiruan backpropagation pelatihan jaringan syaraf tiruan dalam penelitian ini menggunakan 21 paket data dari data mentah, Alpha1, Alpha2, data Meditasi, data Perhatian, total data waktu. Pada saat tes ada nilai Mean Square Error (MSE) pada akhir pelatihan sebesar 0,92495 pada epoch 9958, nilai koefisien korelasi sebesar 0,92804 menunjukkan bahwa akurasi hasil proses pelatihan baik. Dan hasil penggunaan metode logika fuzzy keberhasilan mencapai 98%.
4. Kekurangan dari proses ANN adalah menghabiskan waktu komputasi yang tinggi sehingga keputusan harus menunggu beberapa saat sehingga menghasilkan output yang pasti. Arsitekturnya

memiliki 6 unit input yang sepenuhnya terhubung ke hidden layer hingga 2 unit, yang juga terhubung sepenuhnya dengan 1 unit pada lapisan output.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Siswoyo, Zainal Arief dan Indra Adji Sulistijono, *Klasifikasi Sinyal Otak Menggunakan Metode Logika Fuzzy dengan Neurosky Mindset*, Simposium Nasional RAPI XIII - 2014 FT Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014. ISSN 1412-9612.
- [2] Agus Siswoyo, Zainal Arief dan Indra Adji Sulistijono, *A Design of Brain Computer Interface Based Fuzzy Logic for Control of Motor Speed*, The Fourth Indonesian-Japanese Conference on Knowledge Creation and Intelligent Computing (KCIC) Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2015. ISBN 978-602-72251-0-7.
- [3] Agus Siswoyo, Zainal Arief dan Indra Adji Sulistijono, *Application of Artificial Neural Networks in Modeling Direction Wheelchairs Using Neurosky Mindset Mobile (EEG) Device*, Emitter International Journal of Engineering Technology Vol.5 No.1/2017
- [4] Vijay khare, Jayashree Santhosh and Sneha Anand Manvir Bhatia, "Controlling wheelchair using Electroencephalogram (EEG)", International Journal of Computer Science and Information Security, Vol. 8, No.2, 2010.
- [5] Tom Carlson and Jos´e del R. Mill´an, *Brain-Controlled Wheelchairs: A Robotic Architecture*, IEEE Robotics and Automation Magazine, 20(1): 65-73, March 2013.
- [6] Mustafa Ahmned Yousef dan Mustafa Ezz EL-din Mohamed, *Brain Computer Interface System*, Graduation Project Report, Helwan University, 2011.
- [7] Ki-Hong Kim, Hong Kee Kim, Jong-Sung Kim, Wookho Son, and Soo-Young Lee, *A Biosignal-Based Human Interface Controlling a Power-Wheelchair for People with Motor Disabilities*, ETRI Journal, Volume 28, Number 1, February 2006.
- [8] Rajesh Kannan. Megalingam, Athul. Asokan Thulasi, Rithun. Raj Krishna, Manoj. Katta Venkata, Ajithesh. Gupta B V, Tatikonda. Uday Dutt, *Thought Controlled Wheelchair Using EEG*

*Acquisition Device*, 3rd International Conference on Advancements in Electronics and Power Engineering (ICAEPE'2013) January 8-9, 2013 Kuala Lumpur (Malaysia).

[9] Jorge Baztarrica Ochoa, *EEG Signal Classification for Brain Computer Interface Applications*, March 28th, 2002.

[7] Boyu Wang, Feng Wan, Peng Un Mak, Pui In Mak, and Mang I Vai, *EEG Signals Classification for Brain Computer Interfaces Based on Gaussian Process Classifier*, May, 2009

[10] Priyanka D. Girase and M.P. Deshmukh, *Mindwave Device Wheelchair Control*, International Journal of Science and Research (IJSR) 2015, ISSN (Online):2319-7064, 2015.

[11] B. Jenita Amali Rani and A. Umamakeswari, *Electroencephalogram-based Brain Controlled Robotic Wheelchair*, Indian Journal of Science and Technology, Vol 8(S9), 188-197, may 2015, ISSN (Print)0974-6846, 2015.