

IDENTIFIKASI SINYAL *ELEKTRODE ENCEPHALO GRAPH* UNTUK MENGGERAKKAN KURSOR MENGGUNAKAN TEKNIK *SAMPLING* DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

^aHindarto, ^bMoch. Hariadi, ^cMauridhi Hery Purnomo

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Gedung Teknik Elektro, Jl. Raya ITS, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111
E-Mail: ^ahindarto09@mhs.ee.its.ac.id

Abstrak

Dalam penelitian ini dijelaskan aplikasi dari jaringan syaraf tiruan propagasi balik sebagai klasifikasi dan Teknik *Sampling* (TS) untuk ekstraksi fitur dari gelombang sinyal *Electro Encephalo Graph* (EEG). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem yang dapat mengenali sinyal EEG yang digunakan untuk menggerakkan kursor. Data yang digunakan adalah data EEG yang merupakan dataset III dari kompetisi IBCI (BCI Competition III 2003). Data ini berisikan data dari tiga subyek, yaitu K3b, K6b dan L1b. Data sinyal EEG dipisahkan berdasarkan imajinasi yaitu gerakan ke kiri, ke kanan, gerakan kaki dan gerakan lidah. Pengambilan keputusan telah dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, TS digunakan untuk mengekstrak fitur dari data sinyal EEG. Fitur ini sebagai input dasar pada jaringan syaraf tiruan *back propagation* sebagai proses pembelajaran. Penelitian ini menggunakan metode *back propagation* (20-20-10-5-1) dan 90 data file sinyal EEG untuk proses *training*. Pada proses identifikasi ke dalam empat kelas file data sinyal EEG ditambah 60 data file sinyal EEG sehingga menjadi 150 file data sinyal EEG. Hasil yang diperoleh untuk pengklasifikasian sinyal ini adalah 80% dari 150 file data sinyal yang diujikan pada proses *mapping*.

Kata kunci: Teknik *Sampling*, *Back Propagation*, Sinyal EEG.

Abstract

This paper describes the application of backpropagation neural networks as classification and sampling technique (ST) for the extraction of features from the signal wave *Electro Encephalo Graph* (EEG). This research aims to develop a system that can recognize the EEG signal that is used to move the cursor. The data used is the EEG data which is III dataset of BCI competition III (BCI Competition III 2003). This data contains data from three subjects: K3b, K6b and L1b. In this study, EEG signal data is separated by the imagination of movement to the left, right, leg movements and tongue movements. Decision making has been carried out in two stages. In the first stage, TS is used to extract features from EEG signal data. This feature is as basic input in backpropagation neural networks as a process of learning. This research used *Back Propagation* (20-20-10-5-1) and 90 data files EEG signal for the training process. During the identification process into four classes of EEG signal data files data files plus 60 into 150 EEG signals so that the EEG signal data file. The results obtained for the classification of these signals is 80% of the 150 files examined data signal to the process of mapping.

Key words: *Sampling Techniques*, *Back Propagation*, EEG Signals.

PENDAHULUAN

Otak sebagai struktur pusat pengaturan aktivitas manusia, bertanggung jawab terhadap segala aktivitas manusia. Bentuk sinyal *Electro Encephalo Graph (EEG)* untuk setiap orang adalah berbeda. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh kondisi mental, frekuensi dan perubahan amplitudo irama alpha dari pola berpikir masing-masing individu dalam merespon rangsangan yang diterima oleh otak. *EEG* adalah sebuah sinyal yang dapat menghasilkan salah satu sumber informasi yang paling umum digunakan untuk mempelajari fungsi otak dan saraf gangguan.

Brain Computer Interface (BCI) adalah sistem komunikasi yang tidak memerlukan kegiatan otot [1]. Memang sistem *BCI* memungkinkan subyek untuk mengirim perintah ke perintah elektronik hanya dengan menggunakan aktifitas otak [2]. Sistem *BCI* juga dapat digunakan untuk memainkan game sederhana pada perangkat *mobile* [3].

Teknik *sampling* (TS) diterapkan untuk mendeteksi fitur-fitur dari data *EEG*. *Sampling* merupakan salah satu teknik penting utama dalam statistik. Jika ukuran sampel cukup diambil maka dapat memberitahu karakteristik dari sinyal *EEG*. Ada berbagai jenis teknik *sampling* yang digunakan dalam statistik [4]. Penerapan *Simple Random Sampling (SRS)* digunakan untuk mengekstraksi ciri sinyal *EEG* di dua kelas yaitu pada orang normal dan orang yang menderita penyakit epilepsi. *Least Square Support Vector Machines (LS-SVM)* dengan RBF Kernel dirancang dan diimplementasikan pada ekstraksi vektor fitur diperoleh dari dua kelas tersebut. Ketepatan klasifikasi *LS-SVM* dicapai 80,31% untuk data pelatihan dan 80,05% untuk data pengujian [5]. Metode analisis sinyal *EEG* menggunakan *wavelet* relatif energi, sedangkan klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan. Ketepatan klasifikasi yang diperoleh menegaskan bahwa skema yang diusulkan memiliki potensi dalam mengklasifikasikan sinyal *EEG* [6]. Penelitian lain mengekstraksi fitur menggunakan algoritma *FURIA*. *FURIA* adalah algoritma berdasarkan *inverse resolution* yang dapat mempelajari dan menggunakan subyek fitur spesifik untuk klasifikasi bagian mental. Hasil yang

didapatkannya itu menilai dampak yang berbeda dari *hyper-parameter* juga kinerja dari kontribusi proses fuzzyfikasi dan menilai efisiensi global dari *FURIA* dengan membandingkan *BCI* berdasarkan *FURIA* dengan yang lainnya [7].

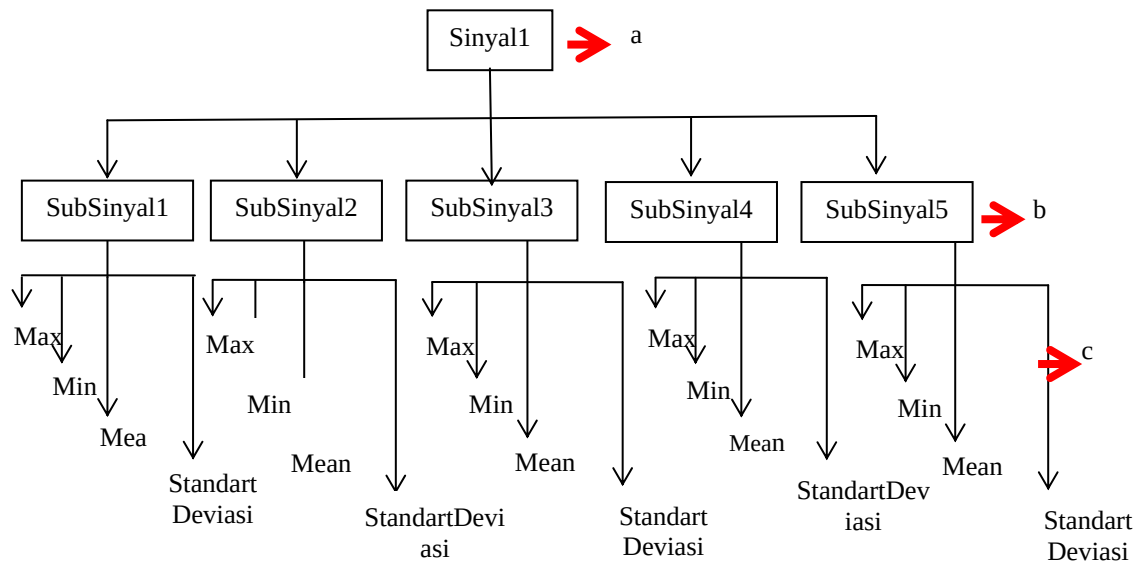
Penelitian ini mengusulkan TS diterapkan untuk memilih fitur yang merupakan perwakilan dari sinyal *EEG* dan fitur yang dipilih kemudian diolah dengan metode propagasi balik dalam rangka untuk memisahkan sinyal *EEG* antar subyek membayangkan gerakan ke kanan, gerakan ke kiri, gerakan lidah dan gerakan kaki. Hasil dari empat gerakan tersebut digunakan untuk menggerakkan kursor ke kanan, ke kiri, atas dan bawah.

Data sinyal *EEG* diambil dari dataset IIIA dari kompetisi III *BCI* (*BCI* Kompetisi III 2003). Ini berisi data dari tiga subyek yaitu subyek satu *K3b*, subyek dua *K6b*, dan subyek tiga *L1b*. Sampel *rated* di set pada 250 Hz. Subyek satu, subyek dua dan subyek tiga membayangkan gerakan ke kanan, gerakan ke kiri, gerakan lidah dan gerakan kaki. Pada penelitian ini mengambil 150 sinyal *EEG* dari gerakan-gerakan tersebut. Di dalam dataset IIIA dari kompetisi III *BCI* terdapat 60 *channel* yang dipasang di kulit kepala. Dari masing-masing *channel* terdapat 30 sampai 45 sinyal *EEG*.

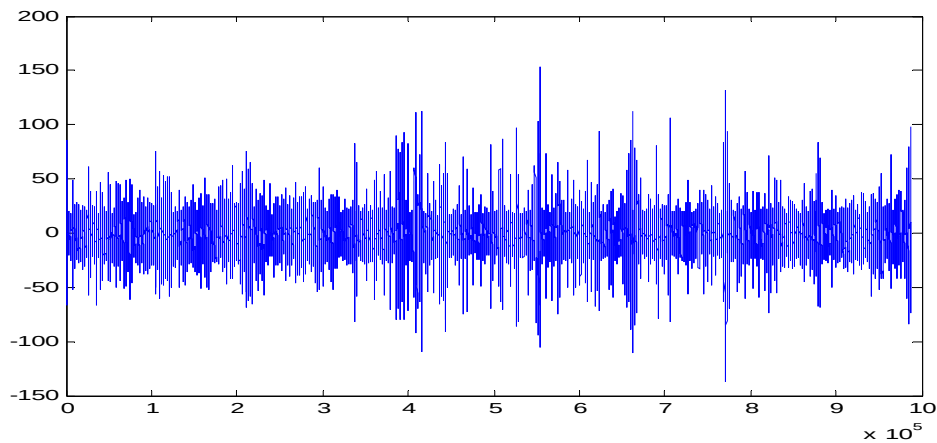
EKSTRAKSI CIRI DENGAN TEKNIK SAMPLING

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah 50 data *file* sinyal untuk masing-masing subyek, sehingga didapatkan $50 \times 3 = 150$ data *file* subyek. Satu *file* sinyal mempunyai 250 *point* data. Penelitian ini membagi satu sinyal menjadi lima sub sinyal. Sehingga tiap sub sinyal mempunyai 50 *point* data. Dari sub sinyal kemudian dicari nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standart deviasi untuk dijadikan ekstraksi ciri bagi proses klasifikasi seperti pada Gambar 1.

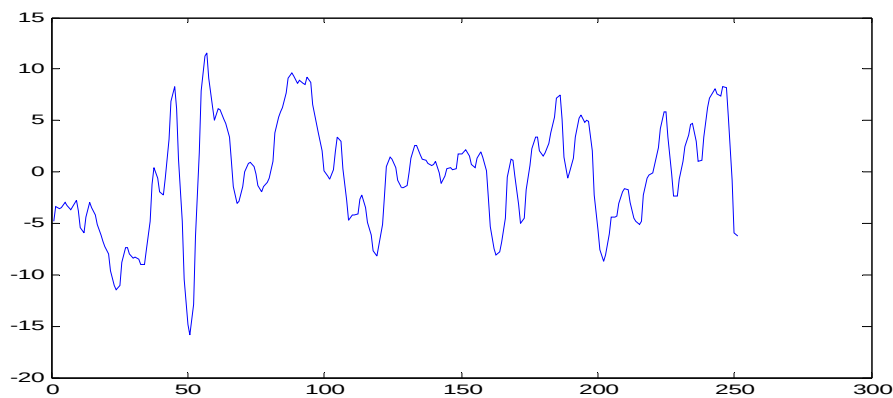
Hasil nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standart deviasi pada Tabel 1 merupakan contoh mencari fitur masing-masing sinyal. Sehingga didapatkan 4×5 sub sinyal = 20 fitur ekstraksi ciri untuk masing-masing gerakan.



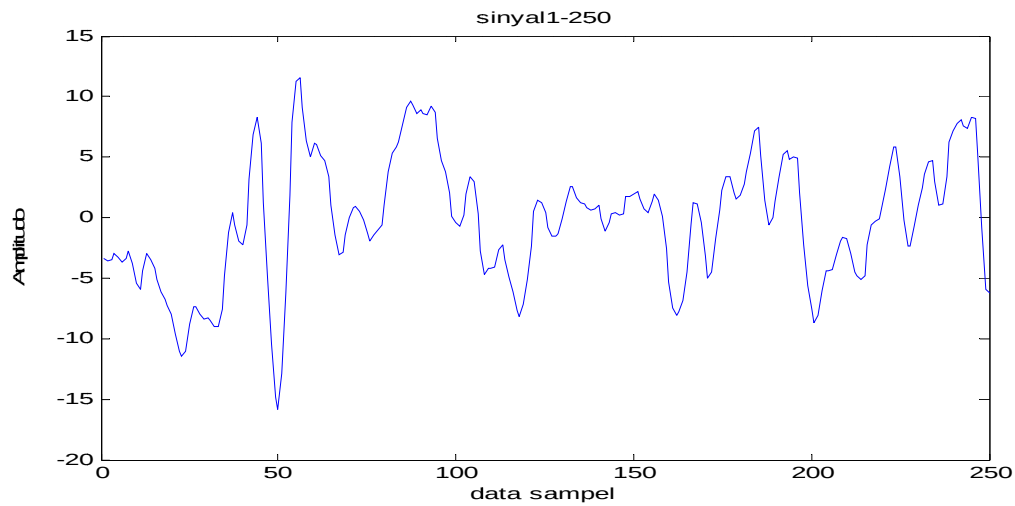
Gambar 1. Metode Teknik *Sampling*. (a) Sampel Sinyal, (b) Sampel Sub Sinyal dan (c) Seleksi Fitur.



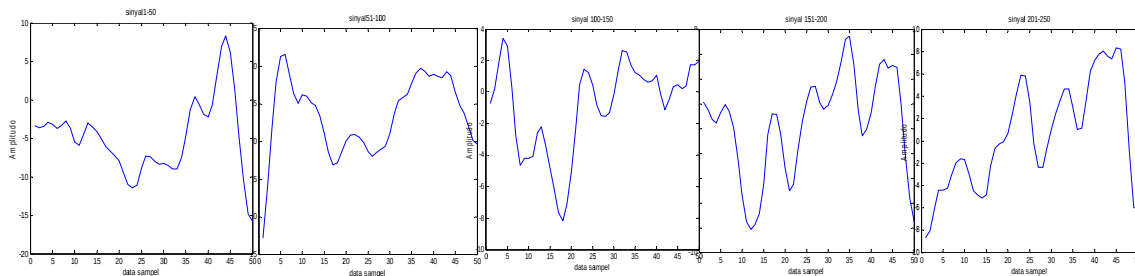
Gambar 2. Sinyal *EEG Channel 1* Data *BCISubyek K3b*.



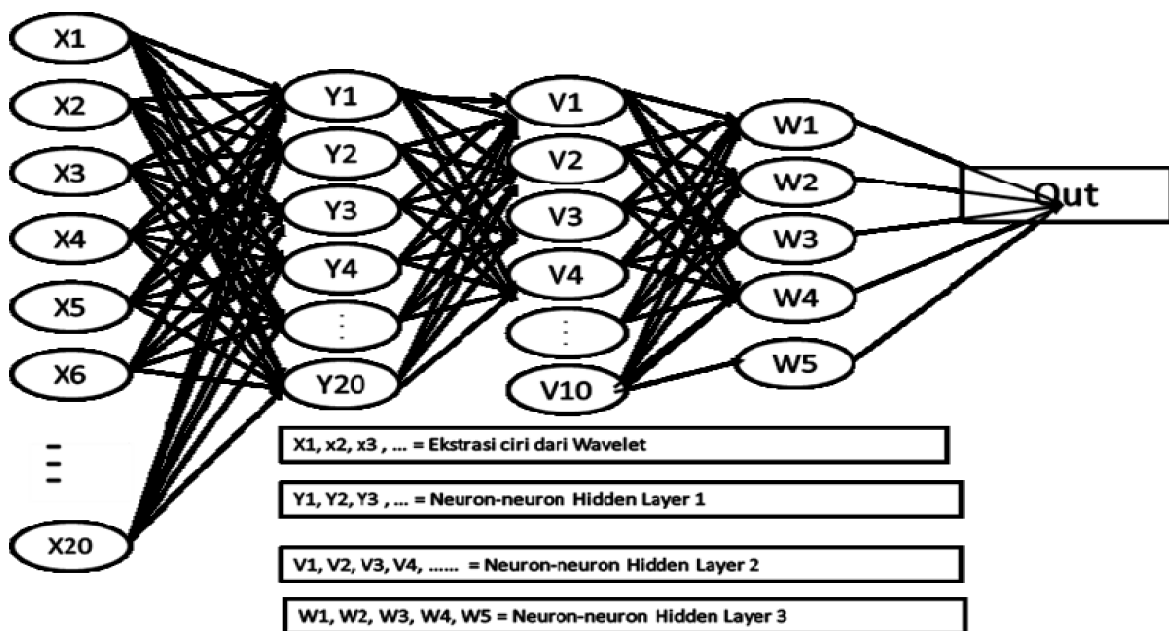
Gambar 3. Sampel Sinyal *EEG* dari Subyek *K3bChannel 1* Gerakan ke Kiri.



Gambar 4. Data Sampel Sinyal *EEG*.



Gambar 5. Hasil *Sampling* dari Sinyal *EEG*.



Gambar 6. Arsitektur Jaringan *Back Propagation* Tiga *Hidden Layer*.

Tabel 1. Contoh Pola Masukan dan Target yang Dirancang dari Metode *Back Propagation*.

Pola masukan	Data masukan (x1, x2, x3, , x20)	Target output
Sinyal gerakan ke kanan	20,62; 11,57; 2,87; 9,44; 10,08; -5,63; -6,68; -22,05; -11,98; -2,61; 9,20; 2,47; -4,86; -1,04; 3,72; 5,59; 4,22; 5,28; 5,95; 3,04.	0,2
Sinyal gerakan ke kiri	9,59; 7,95; 0,10; 19,77; 10,94; -14,77; -15,20; -15,19; -20,59; -8,91; 0,34; 1,30; -5,79; 1,92; 2,30; 6,64; 6,40; 4,02; 11,60; 5,66.	0,4
Sinyal gerakan kaki	8,33; 11,57; 3,39; 7,43; 8,33; -15,84; -12,87; -8,17; -8,10; -8,68; -4,92; 3,499; -0,88; 0,36; 0,50; 4,92; 4,99; 2,87; 4,09; 4,77.	0,6
Sinyal gerakan lidah	11,45; 14,49; 3,62; 11,51; 12,04; -11,69; -5,3; -11,93; -20,80; -6,51; -2,28; 7,02; -5,66; -2,73; 3,08; 7,15; 5,14; 3,36; 6,75; 5,17.	0,8

Gambar 2 adalah salah satu data sinyal *EEG* yang diambil dari subyek *K3b* untuk semua imajinasi dari gerakan ke kanan, gerakan ke kiri, gerakan kaki, dan gerakan lidah.

Selanjutnya dari sinyal Gambar 2 ini dipilih-pilih berdasarkan empat kelas yaitu membayangkan gerakan ke kanan, gerakan ke kiri, gerakan kaki dan gerakan lidah. Dari hasil ini diperoleh 30 sampai 45 *file* data sinyal. Masing-masing sinyal mempunyai 250 *point* data. Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.

Dari sinyal *EEG* yang sudah dipilih berdasarkan gerakan kemudian dilakukan proses *sampling* yang masing-masing sinyal disampling menjadi lima bagian seperti Gambar 5.

Hasil lima sub sinyal *EEG* ini kemudian dicari nilai *max*, *min*, *mean* dan standart deviasi. Dengan persamaan standart deviasiseperti yang dirumuskan dalam Persamaan 1.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

dengan:

X = nilai *point* data sinyal

n = banyaknya *point* data sinyal

Dari tiap nilai dari *max*, *min*, *mean* dan standart deviasi tiap sub sinyal *EEG*. Sehingga didapatkan 4 x 5 sub sinyal = 20 *point* data yang kemudian kita jadikan masukan klasifikasi untuk jaringan *back propagation*.

JARINGAN SYARAF TIRUAN PROPAGASI BALIK

Pada pemrosesan akhir ini, identifikasi sinyal *EEG* diproses dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *back propagation* seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Pemrosesan akhir ini dilakukan setelah proses awal yaitu pencarian fitur dengan teknik *sampling*.

Hasil ekstraksi ciri digunakan untuk masukan bagi *neural network*. Penelitian ini menggunakan metode *back propagation* (20-20-10-5-1) yaitu 20 *input* yang berasal dari ciri dari sinyal *EEG* dan tiga *hidden layer* yang masing-masing terdapat 20 unit, 10 unit dan 5 unit serta 1 target (gerakan ke kiri, gerakan ke kanan, gerakan kaki, dan gerakan lidah).

Dalam proses identifikasi dengan proses *neural network*, pertama-tama yang perlu dilakukan adalah melaksanakan proses *training* yaitu pencarian nilai bobot yang terbaik dengan perolehan nilai *error* terkecil dari target keluaran yang diinginkan. Dalam proses *mapping* dilakukan klasifikasi sinyal *EEG* dari gerakan ke kanan, gerakan ke kiri, gerakan kaki, dan gerakan lidah berdasarkan nilai bobot yang sudah didapatkan dalam proses *training*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menganalisa sistem yang telah dirancang maka digunakan metode seperti yang telah dijelaskan pada implementasi metode. Dalam penelitian ini menekankan pada identifikasi sinyal *EEG* menggunakan analisis teknik *sampling*. Selanjutnya proses *learning*

dan *mapping* dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *back propagation*.

Untuk proses teknik *sampling*, maka sinyal *EEG* yang sudah dipilah-pilah berdasarkan imajinasi dari gerakan ke kanan, gerakan ke kiri, gerakan kaki, dan gerakan lidah tersebut dibagi menjadi lima sub sinyal. Tiap sub sinyal dicari nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standart deviasi. Hasil dari teknik *sampling* ini akan diambil sebanyak 20 data sampel. Data ini menjadi ciri dari sinyal *EEG* tersebut. Contoh hasil ini dapat dilihat datanya pada Tabel 2.

Data masukan dari teknik *sampling* dari Tabel 2 digunakan untuk proses klasifikasi menggunakan metode jaringan syaraf tiruan

back propagation. Ada dua tahap pada proses klasifikasi yaitu proses pembelajaran dan proses *mapping*. Proses pembelajaran menggunakan parameter laju pembelajaran 0,1 dan *error* yang ingin dicapai 0,000001. Harga awal bobot ditentukan secara acak dengan kisaran -1 sampai 1.

Untuk mencari parameter optimal yang menghasilkan kinerja yang terbaik dari jaringan syaraf tiruan yaitu dengan melakukan penilaian menurut besaran *Mean Squared Error (MSE)* dan jumlah *hidden* unit yang optimal pada saat melakukan *training*. Hasil kinerja dapat diperoleh pada Tabel 3 dan Gambar 7 sampai dengan 9.

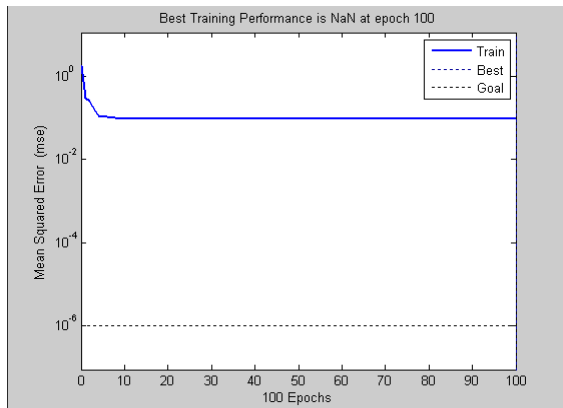
Tabel 2. Hasil dari Teknik *Sampling* Diambil Nilai Minimum, Maksimum, Rata-rata dan Standart Deviasi dari Sinyal *EEG* Kelas *K3bChannel 1* Tiap *Sub Sinyal*.

	Sub sinyal 1				Sub sinyal 2				Sub sinyal 3			
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>mean</i>	<i>sd</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>mean</i>	<i>sd</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>mean</i>	<i>sd</i>
Gerakan ke kanan	-5,63	20,62	9,20	5,59	-6,68	11,57	2,47	4,22	-22,05	2,87	-4,86	5,28
Gerakan ke kiri	-14,77	9,59	0,34	6,64	-15,20	7,95	1,30	6,40	-15,19	0,10	-5,79	4,02
Gerakan kaki	-15,84	8,33	-4,92	4,92	-12,87	11,57	3,49	4,99	-8,17	3,39	-0,88	2,87
Gerakan lidah	-11,69	11,45	-2,28	7,15	-5,30	14,49	7,02	5,14	-11,93	3,62	-5,66	3,36

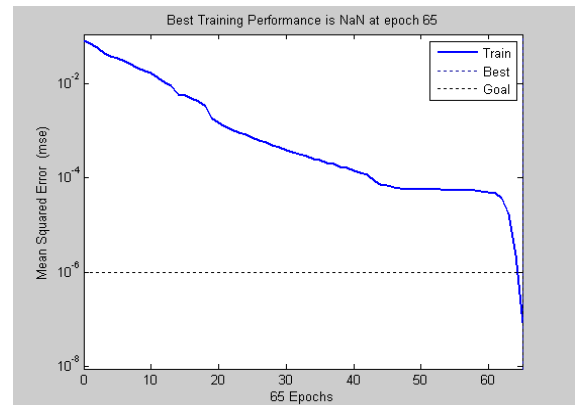
	Sub sinyal 4				Sub sinyal 5			
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>mean</i>	<i>sd</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>mean</i>	<i>sd</i>
Gerakan ke kanan	-11,98	9,44	-1,04	5,95	-2,61	10,08	3,72	3,04
Gerakan ke kiri	-20,59	19,77	1,92	11,60	-8,91	10,94	2,30	5,66
Gerakan kaki	-8,10	7,43	0,36	4,09	-8,68	8,33	0,50	4,77
Gerakan lidah	-20,80	11,51	-2,73	6,75	-6,51	12,04	3,08	5,17

Tabel 3. Kinerja Jaringan Syaraf Tiruan Terhadap Jumlah *Hidden Layer* yang Berbeda.

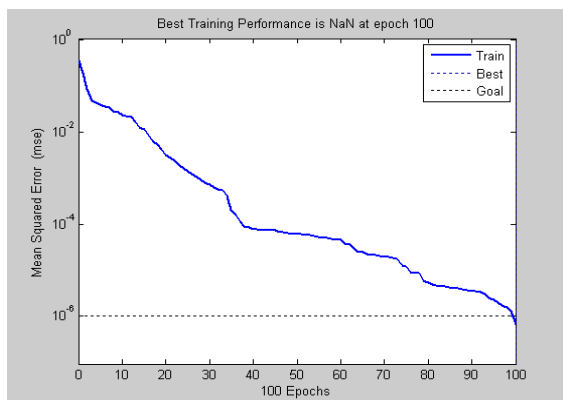
	<i>MSE</i> (2 <i>Hidden Layer</i>)	<i>MSE</i> (3 <i>Hidden Layer</i>)	<i>MSE</i> (4 <i>Hidden Layer</i>)
Waktu	29 detik	19 detik	46 detik
Iterasi	100	100	100
MSE	0.092	$6,44 \times 10^{-7}$	$8,16 \times 10^{-8}$



Gambar 7. Proses *Training* dengan Jumlah dua *Hidden Layer*.



Gambar 9. Proses *training* dengan jumlah empat *hidden layer*.



Gambar 8. Proses *Training* dengan Jumlah tiga *Hidden Layer*.

SIMPULAN

Penelitian ini memperkenalkan teknik *sampling* untuk mengekstrak fitur dengan data sinyal *EEG* yang berbeda dari peneliti sebelumnya dan mengklasifikasikan sinyal *EEG* dibagi dalam empat kelas.

Data yang digunakan adalah 90 data *file* sinyal *EEG* untuk *training* kemudian pada waktu identifikasi ke dalam empat kelas *file* data sinyal *EEG* ditambah 60 data *file* sinyal sehingga menjadi 150 *file* data sinyal *EEG*, ketepatan klasifikasi *back propagation* mencapai 80% untuk data pengujian.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah *hidden layer* pada *back propagation* mempengaruhi besaran *Mean Squared Error (MSE)*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wolpaw JR, Birbaumer N, McFarland DJ, Pfurtscheller G, and Vaughan TM, Brain Computer Interfaces for Communication and Control, *Clinical Neurophysiology*, 113(6):767-791, 2002.
- [2] Vaughan TM, Heetderks WJ, Trejo LJ, Rymer WZ, Weinrich M, Moore MM, Kubler A, Dobkin BH, Birbaumer N, Donchin E, Wolpaw EW, and Wolpaw JR, Brain Computer Interface Technology, A Review of The Second International Meeting. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 11(2):94-109, 2003.
- [3] Pour PA, Gulrez T, Al Zoubi O, Gargiulo G, and Calvo RA, Brain Computer Interface: Next Generation Thought Controlled Distributed Video Game Development Platform, *IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games (CIG)*, 251 - 257, 2008.
- [4] Cochran, WG, *Sampling Techniques*, Wiley, New York, 1977.
- [5] Yan Li, S and Wen, P, Classification of *EEG* Signals Using Sampling Techniques and Least Square Support Vector Machines. In: *4th International Conference on Rough Set and*

Knowledge Technology(RSKT2009), LNCS 5589, pp. 375-382,2009.

- [6] Guo L,Rivero D, SeoaneJA,dan Pazos A,Classification of *EEG* SignalsUsing Relative Wavelet Energy and ArtificialNeural Networks,Proceedings of the first ACMSIGEVO Summit on Genetic and Evolutionary Computation *GEC'09*,pp. 177-183, 2009.
- [7] LotteF,L'ecuyer A, and ArnaldiB, FURIA: An InverseSolutionBased FeatureExtractionAlgorithmUsingFuzzy SetTheoryforBrain-ComputerInterfaces, *IEEETransactionsOnSignalProcessing*,Vol .57:3253-3263,2009.