

IDENTIFIKASI SINYAL EEG MENGGUNAKAN KOEFISIEN REGRESI DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Hindarto

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

hindartomay@yahoo.com

Abstrak

Dalam penelitian ini dijelaskan aplikasi dari *Backpropagation Neural Network* sebagai klasifikasi dan Koefisien Regresi untuk ekstraksi fitur dari gelombang sinyal *Electro Encephalo Graph (EEG)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem yang dapat mengidentifikasi sinyal EEG yang nantinya digunakan pada pergerakan kursor. Data yang digunakan adalah data EEG yang diambil dari *Common Lab For Biomedical Engineering, Experimental Room Dept. Of Informatic, Kyushu University*. Data ini berisi data dari 10 subyek, dengan masing-masing subyek membayangkan gerakan jari kiri (kelas kursor keatas), jari kanan (kelas kursor kebawah), lengan kiri (kelas kursor kekiri) dan lengan kanan (kelas kursor kekanan). Pengambilan keputusan dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, Koefisien Regresi digunakan untuk mengekstrak fitur dari data sinyal EEG. Fitur ini sebagai input pada *Backpropagation Neural Network*. Penelitian ini menggunakan satu fitur dari Koefisien Regresi. Pada proses identifikasi ke dalam empat kelas data sinyal EEG, terdapat 200 data training sinyal EEG dan 200 dari data testing sinyal EEG, sehingga keseluruhan menjadi 400 data sinyal EEG. Hasil Kecocokan yang diperoleh untuk pengklasifikasian sinyal EEG ini adalah 51 % dari 400 data sinyal EEG yang diuji.

Kata kunci: Koefisien Regresi, Backpropagation, Sinyal EEG.

1. PENDAHULUAN

Sinyal EEG dapat diketahui dengan menggunakan elektroda yang dilekatkan pada kepala. Tegangan sinyalnya berkisar 2 sampai 200 μV , tetapi umumnya 50 μV . Frekuensinya bervariasi tergantung pada tingkah laku. Daerah frekuensi EEG yang normal rata-rata dari 0,1 Hz hingga 100 Hz, tetapi biasanya antara 0,5 Hz hingga 70 Hz. Variasi dari sinyal EEG yang terkait dengan frekuensi dan amplitudo mempengaruhi diagnostik. Daerah frekuensi EEG dapat diklasifikasikan menjadi lima bagian untuk analisis EEG, yaitu : Delta (δ) (0,5 – 4) Hz, Theta (θ) (4 – 8) Hz, Alpha (α) (8 – 13) Hz, Beta (β) (13 – 22) Hz dan Gamma (γ) (22 – 30) Hz.

Brain Computer Interface (BCI) merupakan sistem yang mengakuisisi dan menganalisis sinyal saraf dengan tujuan menciptakan sebuah saluran komunikasi langsung antara otak dan komputer. BCI juga merupakan sistem komunikasi yang tidak memerlukan kegiatan otot [1]. Memang sistem BCI memungkinkan subyek untuk mengirim perintah ke peralatan elektronik hanya dengan menggunakan aktifitas otak [2]. Sistem BCI juga dapat digunakan untuk memainkan game sederhana pada perangkat mobile [3].

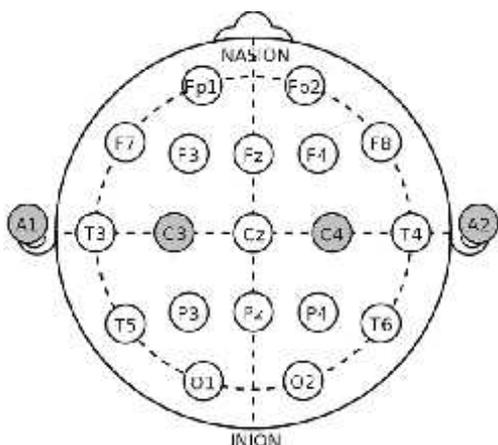
Dalam penelitian yang akan diteliti, peneliti merancang untuk melakukan klasifikasi gerakan kursor ke atas dan ke bawah menggunakan *Brain Computer Interface (BCI)* didasarkan pada pikiran otak manusia menggunakan *Elektroencephalograph (EEG)* dengan mengambil data Dept. Of Informatic, Kyushu University.

2. METODOLOGI

2.1 Deskripsi Data

Untuk penelitian, Peneliti mengambil data EEG dari *Common Lab For Biomedical Engineering, Experimental Room Dept. Of Informatic, Kyushu University*, subjek diambil dari 11 subjek sehat di Dept Of Informatika, Universitas Kyushu. Subjek diminta untuk membayangkan gerakan jari kiri, jari kanan, lengan kiri dan lengan kanan. Posisi subyek berada didepan layar monitor. Pada layar monitor terdapat tulisan atau tanda supaya subyek bergerak sesuai dengan gerakan yang diinginkan. Sementara Aktivitas otak dicatat dari dua saluran yang berbeda dengan frekuensi sampling dari 256 Hz. dua elektroda EEG yang terletak sesuai standart system internasional 10-20 seperti ditunjukkan pada Gambar. 1 dan posisi titik elektroda Cz seperti berikut: Saluran 1: C3 (Central Lobe 3), Saluran 2: C4 (Central Lobe 4). Setiap percobaan memiliki

durasi 9 detik. Hanya selang 4 detik untuk pelatihan.



Gambar 1. Montase elektroda EEG sebagai sistem internasional 10-20.

2.2 Regresi

Sinyal percobaan dalam pelatihan dikategorikan untuk kelas atas untuk membayangkan jari kanan, kelas bawah untuk membayangkan jari kiri, kelas kiri untuk membayangkan lengan kiri dan kelas kanan untuk membayangkan lengan kanan. Peneliti mengamati bahwa sinyal pada umumnya sesuai dengan pola sinyal EEG. Dari pengamatan yang peneliti lakukan, peneliti berusaha untuk mengembangkan ciri atau fitur dari koefisien regresi orde 3 dengan persamaan :

$$Y = a + bx + cx^2 + dx^3 \tag{1}$$

Persamaan Regresi akan mendapatkan koefisien a, b, c dan d.

Persamaan sebaran (S) yang menyatakan sesatan terdistribusi dari persamaan linier tersebut dinyatakan sebagai:

$$S = (Y - dx^3 - cx^2 - bx - a)^2 \tag{2}$$

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk dapat menghitung parameter-parameter a sampai dengan d adalah minimisasi turunan persamaan di atas, masing-masing terhadap setiap parameter (dalam hal ini, a sampai dengan d dianggap sebagai variabel-variabel semu), sehingga membentuk persamaan-persamaan minimisasi berikut:

- a. $\frac{DS}{Da} = 0$
- b. $\frac{DS}{Db} = 0$
- c. $\frac{DS}{Dc} = 0$
- d. $\frac{DS}{Dd} = 0$

Tahapan penurunan ketiga persamaan-persamaan di atas terhadap a sampai dengan d adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{D}{Da} [(Y - dx^3 - cx^2 - bx - a)^2] &= 0 \\ \frac{D}{Db} [(Y - dx^3 - cx^2 - bx - a)^2] &= 0 \\ \frac{D}{Dc} [(Y - dx^3 - cx^2 - bx - a)^2] &= 0 \\ \frac{D}{Dd} [(Y - dx^3 - cx^2 - bx - a)^2] &= 0 \end{aligned} \tag{3}$$

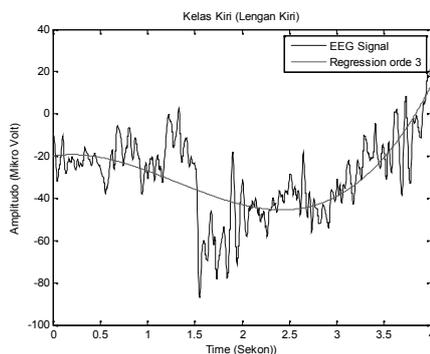
Sistem Persamaan Aljabar Linier (SPAL) yang terbentuk dari persamaan (3) adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \sum X^6 & \sum X^5 & \sum X^4 & \sum X^3 \\ \sum X^5 & \sum X^4 & \sum X^3 & \sum X^2 \\ \sum X^4 & \sum X^3 & \sum X^2 & \sum X \\ \sum X^3 & \sum X^2 & \sum X & \sum N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d \\ c \\ b \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum X^3 \cdot Y \\ \sum X^2 \cdot Y \\ \sum X \cdot Y \\ \sum Y \end{bmatrix} \tag{6}$$

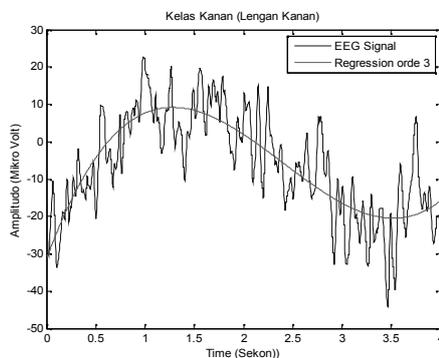
2.3 Ekstraksi Ciri Menggunakan Koefisien Regresi

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah 400 data *file* sinyal dari channel satu, 200 data file pelatihan dan 200 data file uji coba. Satu *file* sinyal untuk data pelatihan mempunyai durasi 4 detik.

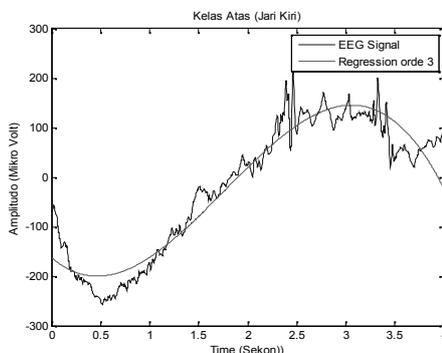
Dalam penelitian ini, percobaan sinyal yang ada diproses menggunakan proses Regresi orde 3, sehingga dari proses tersebut didapatkan nilai koefisien dari persamaan regresi orde 3 yaitu nilai a, b, c dan d. Gambar 2, 3, 4 dan 5 merupakan percobaan sinyal EEG dari *channel* 1 pada data set percobaan.



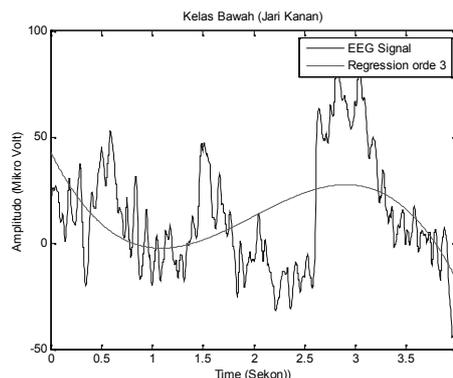
Gambar 2. Data Sinyal EEG kelas atas dan hasil Regresi orde 3.



Gambar 3. Data Sinyal EEG kelas bawah dan hasil Regresi orde 3



Gambar 4. Data Sinyal EEG kelas kiri dan hasil Regresi orde 3.



Gambar 5. Data Sinyal *EEG* kelas kanan dan hasil Regresi orde 3.

Setelah proses Regresi orde 3, maka akan didapatkan nilai koefisien dari regresi tersebut yaitu nilai a , b , c dan d . sehingga dengan menggunakan nilai a , b , c dan d didapatkan satu nilai yang akan digunakan sebagai fitur atau ciri dari sinyal *EEG*.

2.4 Klasifikasi Menggunakan Back Propagation Neural Network

Pada pemrosesan akhir ini, identifikasi sinyal *EEG* diproses dengan menggunakan Back Propagation Neural Network. Pemrosesan akhir ini dilakukan setelah proses awal yaitu pencarian fitur dengan Regresi orde 3. Hasil ekstraksi ciri digunakan untuk masukan bagi Back Propagation Neural Network.

Penelitian ini menggunakan metode *Propagasi balik(10-5-1)* yaitu 1 input yang berasal dari ciri dari sinyal *EEG* dan 2 *hidden layer* yaitu 10 unit dan 5 unit serta 1 target (kelas atas, kelas bawah, kelas kiri dan kelas kanan).

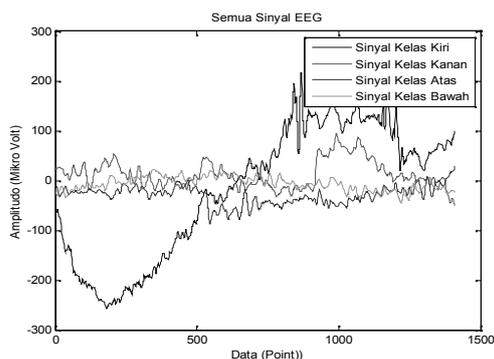
Dalam proses identifikasi dengan proses *neural network* pertama-tama dilakukan adalah proses *training* yaitu pencarian nilai bobot yang terbaik dengan perolehan nilai *error* terkecil dari target output yang diinginkan. Dalam proses *mapping* dilakukan klasifikasi sinyal *EEG* dari gerakan kursor ke atas dan gerakan kursor ke bawah berdasarkan nilai bobot yang sudah didapatkan dalam proses *training*.

3. 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 Regresi orde 3. Selanjutnya proses klasifikasi menggunakan Backpropagation neural network.

3.1 Pengambilan Data Sinyal EEG

Data *EEG* dari Common Lab For Biomedical Engineering, Experimental Room Dept. Of Informatic, Kyushu University terdiri dari membayangkan gerakan jari kiri (kelas atas), membayangkan gerakan jari kanan (kelas bawah), membayangkan gerakan lengan kiri (kelas kiri) dan membayangkan gerakan lengan kanan (kelas kanan), masing – masing kelas terdapat data *training* dan data *testing*. Gambar 4 adalah salah satu data sinyal *EEG* yang diambil dari subyek channel 1 yaitu gerakan membayangkan jari kiri (kelas atas), gerakan membayangkan jari kanan (kelas bawah), gerakan membayangkan lengan kiri (kelas kiri) dan gerakan membayangkan lengan kanan (kelas kanan).



Gambar 6. Sinyal EEG *channel* 1 Semua Kelas

3.2 Metode Regresi Orde 3

Dari sinyal EEG yang sudah dipilih berdasarkan kelas, kemudian dilakukan proses Regresi orde 3 yang masing-masing sinyal diproses menggunakan Regresi orde 3 dan tiap sinyal didapatkan nilai a, b, c dan d. hasil nilai koefisien a, b, c dan d seperti tabel.

Tabel 1. Hasil dari Regresi Parabolik diambil nilai koefisien a, b, c, dan d diambil satu sampel dari data Training.

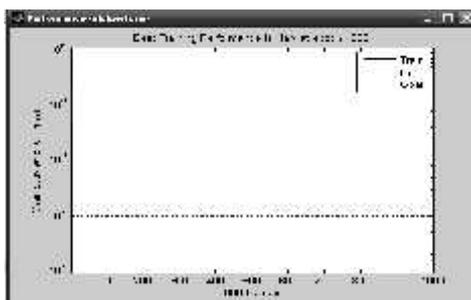
Sinyal EEG	Koefisien Regresi			
	a	b	c	d
Kelas Kiri	$4.4 \cdot 10^{-8}$	$-1.7 \cdot 10^{-4}$	0.2	- 53.6
Kelas Kanan	$2.5 \cdot 10^{-7}$	$-1.5 \cdot 10^{-4}$	-0.4	210
Kelas Atas	$6.5 \cdot 10^{-7}$	$-18 \cdot 10^{-4}$	1.4	-176.5
Kelas Bawah	$-6.4 \cdot 10^{-7}$	$12 \cdot 10^{-4}$	0.05	-690.5

Dari keempat nilai koefisien dalam tabel menunjukkan bahwa nilai koefisien a, b, c, dan d mempunyai kecenderungan berbeda antara kelas kiri, kanan, atas dan bawah, sehingga nilai koefisien a, b, c dan d dapat digunakan sebagai fitur untuk inputan bagi Backpropagation Neural Network.

3.3 BacpPropagation Neural Network

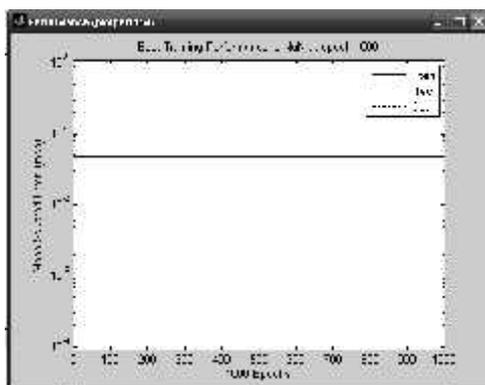
Data *input* dari Koefisien Regresi dari tabel 1 digunakan sebagai inputan proses klasifikasi, dalam sistem ini menggunakan metode BacpPropagation Neural Network. Ada dua tahap pada proses klasifikasi yaitu Proses pembelajaran dan proses *mapping*. Proses pembelajaran menggunakan parameter laju pembelajaran 0,1 dan *error* yang ingin dicapai 0.001. harga awal bobot ditentukan random 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 gambar 7, gambar 8 dan gambar 9.



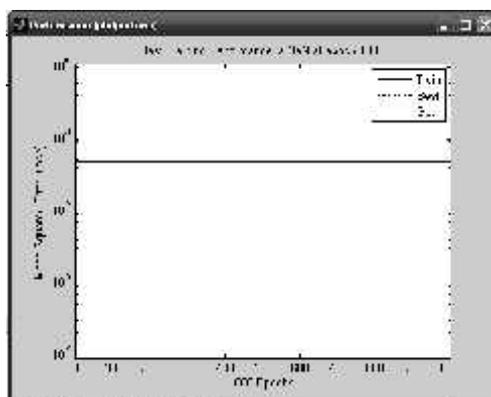
Gambar 7. Proses *training* dengan jumlah 1 *hidden layer*

Pada gambar 7 dengan jumlah hidden layer 1, proses klasifikasi mempunyai besaran MSE belum memenuhi target.



Gambar 8. Proses *training* dengan jumlah 2 *hidden layer*

Pada gambar 8 dengan jumlah hidden layer 2, proses klasifikasi mempunyai besaran MSE belum memenuhi target.



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

Pada gambar 9 dengan jumlah hidden layer 3, proses klasifikasi mempunyai besaran MSE belum memenuhi target.

4. KESIMPULAN

Pada makalah ini peneliti memperkenalkan Koefisien Regresi untuk mengekstrak fitur dan proses pengklasifikasian sinyal EEG dibagi dalam empat kelas. Penelitian ini menggunakan 400 data *file* sinyal EEG untuk *training* dan *testing* data *file* sinyal EEG, ketepatan klasifikasi Jaringan syaraf tiruan BackPropagation mencapai 51 % untuk data pengujian. Pekerjaan peneliti yang akan datang, meneliti teknik pencarian yang sesuai untuk ekstraksi fitur dan klasifikasi sinyal EEG, sehingga tingkat akurasi untuk pemisahan berdasarkan kelas/inputan akan lebih baik. Hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan metode yang sudah diteliti.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, D. J. McFarland, G. Pfurtscheller, and T. M. Vaughan, 2002, "Brain computer interfaces for communication and control", *Clinical Neurophysiology*, 113(6):767{791).
- [2] T. M. Vaughan, W. J. Heetderks, L. J. Trejo, W. Z. Rymer, M. Weinrich, M. M. Moore, A. Kubler, B. H. Dobkin, N. Birbaumer, E. Donchin, E. W. Wolpaw, and J. R. Wolpaw, 2003, "Brain-computer interface technology", a review of the second international meeting. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 11(2):94{109.
- [3] Payam Aghaei Pour, Tauseef Gulrez, Omar AlZoubi, Gaetano Gargiulo and Rafael A. Calvo, 2008, "Brain-Computer Interface: Next Generation Thought Controlled Distributed Video Game Development Platform", *IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games (CIG)*.