

ANALISIS GELOMBANG ALFHA, THETA, DAN DELTA UNTUK MENGIDENTIFIKASI ORANG YANG JUJUR DAN BERBOHONG MENGUNAKAN METODE WAVELET

ANALYSIS OF THE ALFHA, THETA, AND DELTA WAVE TO IDENTIFICATION

TRUTH AND LIES PEOPLE USING WAVELET METHOD

Reny Yuliani Arnis.¹, Inung Wijayanto, S.T., M.T.², Sugondo Hadiyoso, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹rennyulianiarnis@students.telkomuniversity.ac.id, ²[iwijayanto@telkomuniversity.a](mailto:iwijayanto@telkomuniversity.ac.id)

c.id,

³sugondohadiyoso@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Untuk mengetahui apakah seseorang berbohong atau jujur tidak bisa dilakukan dari pengamatan langsung, oleh karena itu kita bisa melakukannya dengan menggunakan *Electroencephalogram (EEG)* untuk melihat perubahan aktivitas pada otak. *Electroencephalograph* atau *EEG* merupakan alat perekam aktivitas elektrik atau sinyal otak karena fluktuasi ion pada *neuron* otak. Terdapat 5 jenis sinyal otak manusia yaitu *alpha*, *beta*, *theta*, *delta*, dan *gamma* yang memiliki rentang frekuensi masing – masing.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi perubahan aktivitas otak saat seseorang berkata jujur dan berbohong dengan melihat bentuk gelombang otak manusia berdasarkan sinyal *alpha* dengan rentang frekuensi (8-16) Hz, sinyal *theta* dengan rentang frekuensi (4-8) Hz dan sinyal *delta* dengan rentang frekuensi (0,5-4) Hz. Pengambilan data dilakukan dengan cara mewawancarai korresponden yang terbagi kedalam 2 sesi pertanyaan yang bersifat umum dan pribadi, yang masing-masing sesinya terdiri dari 5 pertanyaan.

Ekstraksi ciri yang digunakan adalah *discrete wavelet transform* atau DWT dengan penggunaan *daubechies wavelet* dan untuk sistem klasifikasinya digunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Hasil dari tugas akhir ini adalah sebuah sistem yang mampu mengklasifikasikan sinyal *alpha*, *theta* dan *delta* berdasarkan kondisi jujur dan berbohong seseorang dengan hasil akurasi terbaik untuk sinyal *alpha* adalah 75%, sinyal *theta* adalah 75% dan sinyal *delta* adalah 70%. Hal ini membuktikan adanya perubahan dalam aktivitas otak ketika seseorang jujur dan berbohong.

Kata Kunci: *Elektroensefalografi, Brainwave, Backpropagation, Wavelet.*

Abstract

To find out if someone or not can be done from direct observation, therefore we can do it using the *Electroencephalogram (EEG)* for more. *Electroencephalograph* or *EEG* which becomes an instrument of electrical activity or brain signal due to ion fluctuations in brain neurons. Activities that occur in the brain can be recorded by *Electroencephalograph* or *EEG* which is an electrical activity recording device on brain signals due to ion fluctuations in brain neurons. There are 5 types of human brain signals namely *alpha*, *beta*, *theta*, *delta*, and *gamma* which have their respective frequency ranges.

This final project aims to determine whether there is a change in brain activity when people truth and lies by looking at human brain wave form from *alpha* signal with frequency range (8–12) Hz, from *theta* signal with frequency range (4-8) Hz and from *delta* signal with frequency range (0,5– 4) Hz. Data retrieval is done by interviewing correspondents which are divided into 2 general and personal question sessions, each session consisting of 5 questions.

This final project used the feature extraction is *discrete wavelet transform* or DWT with the use of *daubechies wavelet* and the classification system used is *artificial neural network backpropagation* method. The result of this final project is a system that is able to classify *alpha*, *theta* and *delta* signals based on honest conditions and lie someone with the best accuracy results for *alpha* signal is 75%, *theta* signal is 75% and *delta* signal is 70%. This proves a change in brain activity when someone is honest and lying.

Keywords : *Electroencephalography, Brainwave, Backpropagation, Wavelet.*

1 Pendahuluan

Pada zaman sekarang ini dimana keadilan sulit untuk ditegakkan banyak orang yang melakukan segala cara untuk mencapai tujuan tertentu, salah satunya adalah dengan berbohong, mereka berbohong untuk keuntungan pribadi maupun kelompok, Contohnya seperti persaingan dalam dunia kerja dan bisnis, pada zaman yang semakin canggih ini juga banyak cara untuk menebarkan kebohongan sehingga bisa menyebabkan permusuhan antar sesama manusia baik antar agama, suku serta antar negara. Seperti yang kita ketahui maraknya berita palsu yang disebut HOAX yang beredar dimedia sosial saat ini. Kebohongan merupakan jenis penipuan dalam bentuk pernyataan yang tidak benar.

Otak merupakan salah satu organ terpenting dan terkompleks yang dimiliki manusia, otak manusia merupakan pengendali terhadap pengaturan seluruh tubuh serta pengendali terhadap pemikiran, semua hal penting yang berhubungan dengan manusia diproses di otak, salah satu hal penting yang berpusat di otak adalah emosi. Emosi memiliki peranan yang sangat penting dalam cara berfikir, pengambilan keputusan, dan pembentukan kepribadian seseorang. Sudah banyak penelitian yang meneliti hubungan emosi manusia ketika diberi berbagai macam inputan baik berupa audio maupun visual.[1].

Pada tugas akhir ini penulis melakukan perekaman pada aktivitas gelombang otak manusia yang jujur dan berbohong dengan alat EEG, lalu menganalisa dengan membandingkan tiga dari empat sinyal otak yaitu alfa theta dan delta, bagaimanakah bentuk sinyal gelombang otak manusia saat jujur dan berbohong pada pita frekuensi alfa theta dan delta. *Discrete Wavelet Transform* (DWT) akan digunakan untuk untuk ekstraksi ciri. Klasifikasi yang akan di gunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation*. Band frekuensi yang di gunakan adalah *alpha band*, theta band dan *delta band* karena band frekuensi yang lain akan dilakukan penelitian terpisah oleh peneliti lain dalam 1 tim.

2 Dasar Teori

2.1 Electroencephalogram (EEG)



Gambar 2.1 Alat perekam sinyal otak [6]

Gambar 2.1 merupakan alat yang digunakan dalam jurnal ini. Alat ini merupakan alat EEG 5 channel dan dapat terkoneksi dengan laptop melalui Bluetooth. *Electroencephalograph* atau EEG merupakan alat perekam aktivitas elektrik atau sinyal otak karena fluktuasi ion pada neuron otak[2]. Pada umumnya, EEG dipasang dengan cara menempelkan elektroda di kepala manusia.

2.2 Brainwave

Gelombang otak atau *brainwave* adalah gelombang elektrik yang dikeluarkan oleh neuron otak. Setiap gelombang punya karakteristik yang berbeda-beda serta menandakan aktivitas maupun kondisi mental seseorang. Beberapa sinyal tersebut adalah *Alpha* (8-12 Hz) dimana dominan pada kondisi tenang, *theta* (4-8) Hz dimana jelas saat seseorang sangat mengantuk atau mulai tidur ringan dan *delta* (0,1-4) Hz dimana dominan ketika tertidur lelap. Pada penelitian ini hanya meneliti sinyal *alpha*, *theta* dan *delta* karena penelitian frekuensi band sinyal lainnya diteliti oleh rekan satu team.

2.3 Discrete Wavelet Transform

Transformasi *wavelet* merepresentasikan sinyal menjadi domain *time-frequency* [13]. Sinyal EEG yang terekam biasanya dinilai dari *frequency domain characteristics* nya. Setiap satuan waktunya, nilai sinyal EEG berbeda – beda sehingga informasi yang didapat tidak sama. Ketidak saman informasi pada sinyal ini dapat dianalisis dengan *Discrete Wavelet Transform*. DWT atau *Discrete Wavelet Transform* adalah salah satu metode ekstraksi sinyal. DWT dapat menganalisis sinyal *single* dan *multi dimensional* terutama saat sinyal tersebut memiliki informasi yang berbeda – beda tiap waktunya. Kemampuan DWT yang dapat menganalisis waktu secara simultan membuat DWT dapat digunakan sebagai *tool* untuk menganalisis fenomena yang bersifat transien, non stasioner, atau berubah terhadap waktu [14]. DWT dapat membatasi waktu yang ada pada sinyal sehingga dapat melakukan ekstraksi ciri pada *time – domain*.

Pada transformasi ini, sinyal diubah kedalam bentuk dimensi lain, yaitu kedalam bentuk komponen – komponen fungsi basis yang dikenal dengan nama *wavelet* [15]. Perbedaan dengan transformasi fourier ialah hasil dari transformasi *wavelet* adalah sinyal dalam domain waktu, sehingga dapat diungkapkan waktu perubahan frekuensinya. Transformasi *wavelet* terhadap sembarang sinyal dibangun atas kombinasi linier dari fungsi basis.

2.4 Backpropagation

Salah satu algoritma pelatihan jaringan syaraf tiruan yang banyak dimanfaatkan dalam bidang pengenalan pola adalah *backpropagation*. Algoritma ini umumnya digunakan pada jaringan syaraf tiruan yang berjenis multi-layer feed-forward, yang tersusun dari beberapa lapisan dan sinyal dialirkan secara searah dari input menuju output. Algoritma pelatihan *backpropagation* pada dasarnya terdiri dari tiga tahapan.

ide dasar dari algoritma *backpropagation* ini sesungguhnya adalah penerapan dari aturan rantai (chain rule) untuk menghitung pengaruh masing-masing bobot terhadap fungsi error:

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial E}{\partial s_i} \frac{\partial s_i}{\partial w_{ij}} \quad (2.1)$$

Dan

$$\frac{\partial s_i}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial s_i}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial w_{ij}} = f'_{\log}(net_i) s_j \quad (2.2)$$

Dimana i, j, w adalah bobot penghubung dari neuron j ke neuron i , s adalah output, dan i net adalah jumlah hasil kali pada input dari neuron i .

2.5 Parameter Pengujian

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Penggunaan *daubechies wavelet db4*[5][6] sebagai metode ekstraksi ciri.
- Penggunaan *Hidden layer* pada *backpropagation*.

2.6 Skenario Pengujian

Adapun dalam sistem yang dibuat dibutuhkan suatu skenario pengujian terhadap parameter-parameter yang dianggap dominan pada nilai performansi dan waktu komputasi sistem. Dalam sistem ini digunakan 30 data sebagai data latih sistem dan 20 data sebagai data uji sistem. Dari 30 data latih dan 20 data uji, masing – masing terdapat 2 jenis kelas yaitu kelas jujur sebanyak 27 data dan kelas berbohong sebanyak 23 data. Berikut ini adalah skenario yang dilakukan :

1. Pengujian dan analisis pengaruh jumlah parameter ciri pada DWT terhadap hasil akurasi *backpropagation*.
2. Pengujian dan analisis pengaruh jumlah *hidden layer* terhadap hasil akurasi *backpropagation*.

3 Hasil dan Penilaian

Pada pelatihan sinyal *alpha*, *theta* dan *delta* ini digunakan 1 parameter ciri (*max.ent* dan *std*), digunakan 2 parameter ciri (*max* dan *std*) dan 3 parameter ciri (*max*, *ent* dan *std*), *Feature to Extract* DWT *db4* dan *Hidden layer backpropagation*.

Sehingga didapatkan data pelatihan paling baik pada kanal AF3 menggunakan (*ent* dan *std*), untuk kanal T7 menggunakan cir (*max*, *ent* dan *std*), untuk kanal PZ menggunakan (*ent* dan *std*), untuk kanal T8 menggunakan (*ent* dan *std*), dan untuk kanal AF4 menggunakan (*max*, *ent* dan *std*).

3.1 Pengujian dan Klasifikasi Sistem pada Band Frekuensi Alpha

Berdasarkan hasil pelatihan yang telah dilakukan, maka jenis ciri yg digunakan pada kanal AF3 menggunakan (*ent* dan *std*), untuk kanal T7 menggunakan cir (*max*, *ent* dan *std*), untuk kanal PZ menggunakan (*ent* dan *std*), untuk kanal T8 menggunakan (*ent* dan *std*), dan untuk kanal AF4 menggunakan (*max*, *ent* dan *std*), pada *daubechies wavelet*.

Hasil pengujian sinyal *alpha* direpresentasikan pada tabel berikut.

Tabel 4.7. hasil pengujian pada band frekuensi *alpha*

Jenis kanal	Banyak data	1 layer		2 layer		3 layer	
		Data benar	akurasi	Data benar	akurasi	Data benar	akurasi

AF3	20	13	65%	11	55%	13	65%
T7	20	15	75%	6	30%	12	60%
PZ	20	12	60%	9	45%	12	60%
T8	20	12	60%	13	65%	11	55%
AF4	20	12	60%	12	60%	11	55%

Dari tabel diatas serta pengujian maupun pelatihan diatas menunjukkan jika jenis wavelet *daubechies* ini cocok untuk jenis subjek penelitian EEG di bidang kesehatan, dan untuk klasifikasi jujur dan berbohong pada sinyal otak di band frekuensi *alpha* paling baik pada kanal T7 dengan menggunakan 3 parameter ciri DWT dengan jumlah *hidden layer* 1. Dengan akurasi 75% didapatkan 8 data kondisi jujur, dan 7 data pada kondisi berbohong.

3.2 Pengujian dan Klasifikasi Sistem pada Band Frekuensi Theta

Berdasarkan hasil pelatihan yang telah dilakukan, maka jenis ciri yg digunakan pada kanal AF3 menggunakan (*ent* dan *std*), untuk kanal T7 menggunakan cir (*max*, *ent* dan *std*), untuk kanal PZ menggunakan (*ent* dan *std*), untuk kanal T8 menggunakan (*ent* dan *std*), dan untuk kanal AF4 menggunakan (*max*, *ent* dan *std*), pada *daubechies* wavelet.

Hasil pengujian sinyal *theta* direpresentasikan pada tabel berikut.

Tabel 4.3 hasil pengujian pada band frekuensi *theta*

Jenis kanal	Banyak data	1 layer		2 layer		3 layer	
		Data benar	Akurasi	Data benar	Akurasi	Data benar	akurasi
AF3	20	9	45%	10	50%	9	45%
T7	20	11	55%	7	35%	10	50%
PZ	20	13	65%	12	60%	15	75%
T8	20	11	55%	10	50%	12	60%
AF4	20	8	40%	11	55%	11	55%

Dari tabel diatas serta pengujian maupun pelatihan diatas menunjukkan jika jenis wavelet *daubechies* ini cocok untuk jenis subjek penelitian EEG di bidang kesehatan, dan untuk klasifikasi jujur dan berbohong pada sinyal otak di band frekuensi *theta* paling baik pada kanal PZ menggunakan 2 parameter ciri DWT dengan jumlah *hidden layer* 3. Dengan akurasi 75% didapatkan 8 data kondisi jujur, dan 7 data pada kondisi berbohong.

3.3 Pengujian dan Klasifikasi Sistem pada Band Frekuensi delta

Berdasarkan hasil pelatihan yang telah dilakukan, maka jenis ciri yg digunakan pada kanal AF3 menggunakan (*ent* dan *std*), untuk kanal T7 menggunakan cir (*max*, *ent* dan *std*), untuk kanal PZ menggunakan (*ent* dan *std*), untuk kanal T8 menggunakan (*ent* dan *std*), dan untuk kanal AF4 menggunakan (*max*, *ent* dan *std*), pada *daubechies* wavelet.

Hasil pengujian sinyal *delta* direpresentasikan pada tabel berikut.

Tabel 4.3 hasil pengujian pada band frekuensi *delta*

Jenis kanal	Banyak data	1 layer		2 layer		3 layer	
		Data benar	Akurasi	Data benar	akurasi	Data benar	Akurasi
AF3	20	6	30%	7	35%	6	30%
T7	20	15	70%	12	60%	11	55%
PZ	20	13	65%	11	55%	13	65%
T8	20	10	50%	10	50%	10	50%
AF4	20	10	50%	9	45%	12	60%

Dari tabel 4.3 diatas serta pengujian maupun pelatihan diatas menunjukkan bahwa jumlah *hidden layer* pada *backpropagation* tidak mempengaruhi performa dari sistem. Adapun performansi tersebut berada pada rentang 30-70% dimana semakin tinggi performansi sistem semakin baik pula keluaran sistem tersebut. Pada tabel diatas dapat disimpulkan jenis wavelet *db4* cocok untuk jenis subjek penelitian EEG di bidang kesehatan, dan untuk klasifikasi orang yang jujur dan berbohong berdasarkan sinyal otak di band frekuensi *delta* dengan akurasi 70% didapatkan 6 data kondisi jujur, dan 8 data kondisi berbohong.

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai kondisi jujur dan berbohong Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai kondisi jujur dan berbohong berdasarkan EEG ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem ini dapat direalisasikan dengan cara mengikuti prosedur perancangan yang telah dibuat sebelumnya dan metode *Discrete Wavelet Transform* menggunakan *daubechies wavelet* sebagai pengekstraksi ciri dan filterisasi sinyal *alpha*, *theta* dan *delta*.
2. Sinyal *alpha*, *theta* dan *delta* pada kondisi jujur memiliki nilai parameter *maximum*, *entropy* dan *standar deviasi* yang lebih tinggi dibandingkan kondisi berbohong.
3. Amplitudo pada sinyal *delta* lebih besar dibanding amplitudo pada sinyal *theta* dan sinyal *alpha*.
4. Akurasi terbaik dicapai menggunakan *daubechies4* dengan 2 parameter ciri (*entropy* dan *standar deviasi*) pada kanal AF3 dan T8, dan 2 parameter ciri (*maximum* dan *standar deviasi*) pada kanal PZ, dan 3 parameter ciri (*maximum*, *entropy* dan *standar deviasi*) pada kanal T7 dan AF4.
5. Didapatkan Akurasi pengujian terbaik untuk sinyal *alpha* 75% pada kanal T7 dengan *hidden layer* berjumlah 1, untuk akurasi sinyal *theta* 75% pada kanal PZ dengan *hidden layer* berjumlah 3 dan untuk akurasi sinyal *delta* 70% pada kanal T7 dengan *hidden layer* berjumlah 1. hal ini menunjukkan jika perubahan aktivitas otak saat jujur dan berbohong terbukti adanya.
6. Parameter yang memengaruhi hasil klasifikasi sistem adalah pemilihan jenis parameter ciri dengan metode *ekstraksi wavelet* yang digunakan dan *Hidden layer* yang dijadikan acuan.

4.2 Saran

Berikut adalah saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya :

1. Mengambil data dari partisipan dengan ditemani oleh psikolog agar keabsahan data jujur atau berbohong lebih akurat bukan hanya sekedar pernyataan dari partisipan.
2. Coba untuk menggunakan jenis *backpropagation* lainnya selain *feedforward* karena dalam kasus jaringan syaraf tiruan setiap macam jaringan memiliki kelebihan masing-masing.
3. Coba untuk menggunakan lebih banyak parameter lainnya selain *maximum*, *entropy* dan *standar deviasi* karena semua parameter memiliki kelebihan masing-masing.
4. Coba menggunakan jenis wavelet lainnya selain *daubechies*.

Daftar Pustaka

- [1] F. H. Lopes da Silva, S. I. Gonçalves, and J. C. De Munck, "Electroencephalography (EEG)," in *Encyclopedia of Neuroscience*, 2010, pp. 849–855
- [4] T. N. Azhar, "Pelatihan EEG," 2017.
- [5] M. Al-kadi and M. Marufuzzaman, "Effectiveness of Wavelet Denoising on Electroencephalogram Signals," *J. Appl. Res. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 156–160, 2013.
- [6] (2018, 21 juli) [Online]. <https://www.emotiv.com/insight/>