

## ANALISIS KONDISI POLA SINYAL ALFA DAN GAMA EEG BRAINWAVE SAAT PENGGUNAAN GAWAI DENGAN KONDISI SINYAL 4G DENGAN METODE BACKPROPAGATION

### *ANALYSIS CONDITION OF THE ALPHA AND GAMMA SIGNAL PATTERN EEG BRAINWAVE OF THE USE OF 4G SIGNAL DEVICE WITH BACKPROPAGATION METHOD*

R. Dhenake Aghni Bunga I.<sup>1</sup>, Inung Wijayanto, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Sugondo Hadiyoso, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[aghribungairawan@students.telkomuniversity.ac.id](mailto:aghribungairawan@students.telkomuniversity.ac.id),

<sup>2</sup>[ijwijayanto@telkomuniversity.ac.id](mailto:ijwijayanto@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[sugondohadiyoso@telkomuniversity.ac.id](mailto:sugondohadiyoso@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Kebutuhan akan layanan seluler 4G LTE pada zaman modern ini terus berkembang pesat. Selain dampak keuntungan dari sisi bisnis, ternyata juga teknologi tersebut memiliki dampak negative.

Dalam tugas akhir ini dilakukan analisa aktifitas otak dengan menggunakan EEG terhadap orang yang sedang menggunakan gawai dengan sinyal LTE yang sedang aktif kemudian akan dibandingkan dengan data latih kondisi stabil dan tidak stabil menggunakan klasifikasi *Backpropagation*. Sinyal yang diklasifikasi merupakan sinyal yang telah melalui beberapa proses, yaitu normalisasi dan ekstraksi ciri menggunakan Wavelet dan PCA.

Hasil menunjukkan bahwa berdasarkan pengujian sinyal alfa 62,85% orang yang sedang terpapar LTE terdeteksi mengalami perubahan aktifitas sinyal. Sedangkan pengujian berdasarkan sinyal gama menunjukkan 68,57% orang yang mengalami perubahan aktifitas sinyal.

**Kata Kunci:** elektroensefalografi, *Brainwave*, 4G, LTE, *Backpropagation*, *Wavelet*, PCA

#### Abstract

The need for LTE 4G mobile services in modern times continues to grow rapidly. In addition to the impact of profit from the business side, it turns out that the technology has a negative impact.

In this final project has been analyzed the brain activity by using EEG against the person using the device with active LTE signal, and then compared it with the data of relaxed condition and not relax using *Backpropagation* classification. The classified signal is a signal that has been through several processes, namely normalization and feature extraction using Wavelet and PCA.

The results show with indicators based on alpha signals 62,85% of people being exposed to LTE detection as a relaxed brain signal. Whereas gamma-based test shows 68,57% of people whose value is relaxed.

**Keywords :** *Electroencephalography*, *Brainwave*, 4G, LTE, *Backpropagation*, *Wavelet*, PCA

### 1 Pendahuluan

Otak merupakan salah satu organ terpenting dan terkompleks yang dimiliki manusia, semua hal penting yang berhubungan dengan manusia diproses di otak, salah satu hal penting yang berpusat di otak adalah emosi. *Electroencephalography* (EEG) merupakan metode untuk merekam aktifitas elektrik pada otak manusia di sepanjang kulit kepala. EEG mengukur fluktuasi tegangan yang dihasilkan oleh arus ion didalam neuron otak. Dalam konteks klinis EEG mengacu kepada perekaman aktifitas elektrik spontan dari otak selama periode tertentu yang direkam dari elektroda yang dipasang di kulit kepala dan alat perekamnya disebut *electroencephalogram*. Hasil dari EEG sendiri berupa grafik yang memuat banyak informasi tentang aktifitas otak.[1]

Di zaman modern ini telah banyak riset dilakukan untuk meneliti aktifitas otak terhadap medan elektromagnetik yang dipancarkan oleh gawai yang memiliki teknologi Long-Term Evolution (LTE) aktif. Diantaranya paparan selama 30 menit menunjukkan perubahan aktifitas sinyal alfa dan beta pada frontal lobe dan temporal lobe [2], dan pada penelitian dengan 32 channels EEG menunjukkan perubahan aktivitas otak keseluruhan[3].

Pada tugas akhir ini penulis akan melakukan perekaman *relax state* dan *not relax state* pada aktifitas otak manusia yang terpapar sinyal LTE pada gawai yang sedang aktif dengan alat EEG, lalu menganalisa dengan membandingkan dua dari empat sinyal otak yaitu alfa dan gama apakah paparan sinyal LTE pada gawai berpengaruh terhadap aktifitas pita frekuensi alfa maupun gama. *Discrete Wavelet Transform* (DWT) akan digunakan untuk memfilter *raw data* di *alpha band* dan *gamma band* lalu *Principal Component Analysis* (PCA) akan digunakan untuk ekstraksi ciri. Klasifikasi yang akan di gunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation*. Band frekuensi yang di gunakan adalah *alpha band* dan *gamma 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 1 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, dan *Gamma* 932-64 Hz) dimana dominan pada kondisi sangat terfokus. Pada penelitian ini hanya meneliti sinyal *alpha* dan *gamma* karena penelitian frekuensi band sinyal lainnya di teliti oleh rekan satu team.

### 2.3 Heart rate

Heart rate adalah jumlah detak jantung per satuan waktu, umumnya satuan yang digunakan adalah denyut per menit atau *beats per minute* (bpm). Detak jantung manusia sangat bervariasi, tergantung pada kebutuhan tubuh untuk menyerap Oksigen dan mengeluarkan CO2 dalam berbagai keadaan, contohnya pada saat berolah raga ataupun tidur. Menurut Asosiasi Jantung Amerika (*American Heart Association*) detak jantung dalam keadaan normal adalah antara 60-100 bpm. Bagian tubuh terbaik untuk mendapatkan denyut jantung atau denyut nadi antara lain bagian pergelangan tangan, bagian atas siku, leher, bagian atas kaki[5]. Semakin stabil kondisi seseorang maka semakin rendah *heart rate*-nya[6].



Gambar 2.2 Finger pulse oximeter

Alat yang dipakai pada penelitian ini untuk mengukur *heart rate* adalah *finger pulse oximeter* dengan cara dipasang di jari telunjuk.

## 2.4 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. Ketidaksamaan 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 *multidimensional* 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 ke dalam bentuk dimensi lain, yaitu ke dalam 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.

## 2.5 Principal Component Analysis (PCA)

PCA adalah sebuah transformasi linier yang biasa digunakan pada kompresi data. PCA adalah sebuah teknik statistika yang berguna pada bidang pengenalan, klasifikasi dan kompresi data citra. PCA juga merupakan teknik yang umum digunakan untuk menarik fitur-fitur dari data pada sebuah skala berdimensi tinggi. Dengan cara mentransformasikan data ke dalam eigenfaces secara linier, proyeksikan citra ke dalam bentuk skala berdimensi  $n$ , yang menampakkan properti dari sampel yang paling jelas sepanjang koordinat. PCA adalah transformasi linear untuk menentukan sistem koordinat yang baru dari dataset.

## 2.6 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  $w_{ij}$  adalah bobot penghubung dari neuron  $j$  ke neuron  $i$ ,  $s_i$  adalah output, dan  $i$  net adalah jumlah hasil kali pada input dari neuron  $i$ .

**2.7 Parameter Pengujian**

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Penggunaan *daubechies wavelet* db4 dan db 8[5][6] sebagai metode ekstraksi ciri
- Penggunaan *Feature to Extract* pada PCA
- Penggunaan *Hidden Layer* pada Backpropagaion

**2.8 Skenario Pengujian**

Dalam sistem penelitian yang dibuat dibutuhkan skenario pengujian terhadap parameter-parameter yang dianggap dominan pada nilai performansi dan waktu komputasi sistem. Dalam sistem ini digunakan 60 data sebagai data latih sistem dan 70 data sebagai data uji sistem. Dari 60 data latih dan 70 data uji, masing – masing terdapat 2 jenis kelas yaitu kelas stabil sebanyak 30 data dan kelas tidak stabil sebanyak 30 data. Keseluruhan data uji akan memperlihatkan kelas yang terklasifikasi dengan *backpropagation*. Berikut adalah skenario yang dilakukan pada penelitian ini:

1. Pengujian dan analisis pengaruh jumlah Feature To Extract PCA terhadap hasil akurasi *backpropagation*.
2. Pengujian dan analisis pengaruh jumlah *hidden layer* terhadap hasil akurasi *backpropagation*.

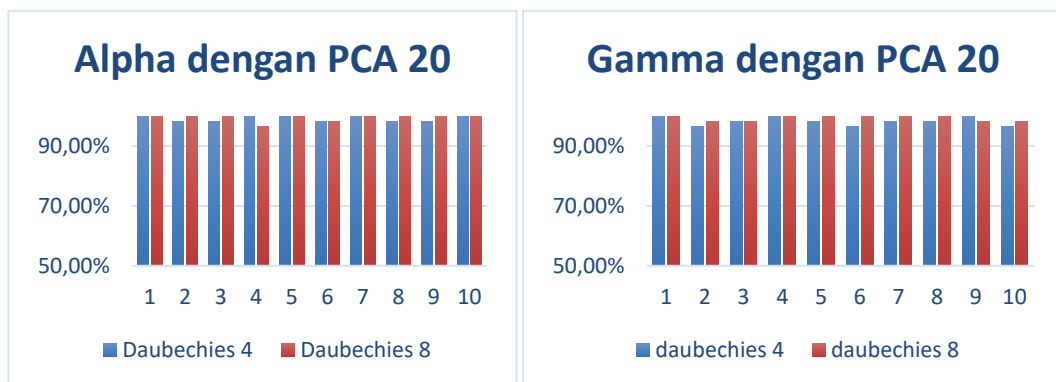
**3 Hasil dan Pembahasan**

Pada pelatihan sinyal alfa ini akan digunakan parameter *Feature to Extract* PCA, *Hidden layer* *Backpropagation*, *daubechies* 4 dan *daubechies* 8 seperti yang di deksripsikan oleh tabel berikut.

Tabel 4.5. skenario pelatihan sinyal alfa dan gama

	pca 10,20,30,40,50	
hidden layer(s) 1-10	wavelet daubechies	
	db4	db8

Sehingga didapatkan data pelatihan paling baik sebagai berikut:



Gambar 2.5 grafik pelatihan sistem band frekuensi alfa dan gama dengan PCA 20

Pada Gambar 2.5. menunjukkan performansi sistem pelatihan yang sangat tinggi sehingga didapatkan akurasi 100% hingga 8 kali pada *daubechies* 8 dan 5 kali pada *daubechies* 4 pada band frekuensi alfa. Sedangkan untuk band frekuensi gama memiliki akurasi 100% sebanyak 3 kali untuk *daubechies* 4 dan 6 kali untuk *daubechies* 8.

### 3.1 Pengujian dan Klasifikasi Sistem pada Band Frekuensi Alfa

Berdasarkan hasil pelatihan yang telah dilakukan, maka jenis wavelet yang digunakan adalah *daubechies8* dengan *Feature to Extract* dari PCA berjumlah 20. Hasil pengujian sinyal alfa dengan *Feature to Extract* 20 dan *daubechies* 8 di representasikan pada tabel berikut.

Tabel 4.7. hasil klasifikasi sinyal alfa

pca 20		
hidden layer(s)	wavelet daubechies	
	db 8	
	perf.	Percent
1	0,485	55,71%
2	0,4989	60,00%
3	0,4999	60,00%
4	0,4779	57,14%
5	0,422	60,00%
6	0,5203	58,71%
7	0,5458	62,85%
8	0,4391	60,00%
9	0,453	58,57%
10	0,7554	58,57%

Dari tabel diatas serta pengujian maupun pelatihan diatas menunjukkan jika jenis wavelet *daubechies* 8 cocok untuk jenis subjek penelitian EEG di bidang kesehatan, dan untuk klasifikasi efek penggunaan gawai pada sinyal otak di band frekuensi alfa paling baik menggunakan DWT *daubechies* 8, dengan jumlah *hidden layer* 7 dan 20 *Feature to Extract*. Dengan akurasi 62,85% didapatkan 59 data mengalami kondisi stabil, dan 11 data mengalami kondisi tidak stabil.

### 3.2 Pengujian dan Klasifikasi Sistem pada Band Frekuensi Gama

. Berdasarkan hasil pelatihan pada band frekuensi yang sama yang telah dilakukan sebelumnya, ditentukan jenis wavelet yang digunakan untuk band frekuensi gama adalah *daubechies8* dengan *Feature to Extract* dari PCA berjumlah 20 sama seperti band frekuensi alfa. Hasil pengujian sinyal gama dengan *Feature to Extract* 20 dan *daubechies* 8 di representasikan pada tabel berikut.

pca 20		
hidden layer(s)	wavelet daubechies	
	db 8	
	perf.	Percent
1	0,5341	64,28%
2	0,4962	68,57%
3	0,39	60,00%
4	0,4869	61,42%
5	0,422	60,00%
6	0,4391	60,00%
7	0,5458	61,42%
8	0,4779	57,14%
9	0,6176	64,28%
10	0,4372	58,57%

Tabel 4.7. hasil klasifikasi sinyal beta

Dari tabel diatas menunjukkan jika jenis wavelet *daubechies* 8 cocok untuk jenis subjek penelitian EEG di bidang kesehatan pada band frekuensi gama dibandingkan dengan band frekuensi

alfa dengan delta akurasi = 5,73%, dan untuk klasifikasi efek penggunaan gawai pada sinyal otak di band frekuensi gama paling baik menggunakan DWT *daubechies* 8, dengan jumlah *hidden layer* 7 dan 20 *Feature to Extract*. Dengan akurasi 68,57% didapatkan 61 data mengalami kondisi stabil, dan 9 data mengalami kondisi tidak stabil.

#### 4 Simpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai kondisi stabil 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 *Principal Component Analysis* dan *daubechies wavelet* sebagai pengekstraksi ciri dan filterisasi sinyal *alpha* dan *gamma*.
2. Akurasi terbaik dicapai menggunakan *daubechies* 8, PCA dengan *Feature to Extract* 20 dan *hidden layer* berjumlah 7 untuk sinyal *alpha*. Dan *daubechies* 8, PCA dengan *Feature to Extract* 20 dan *hidden layer* berjumlah 2 untuk sinyal *gamma*.
3. Akurasi pengujian sinyal alfa 62,85% dan akurasi sinyal gamma 68,57%. hal ini menunjukkan jika perubahan aktivitas otak saat tidak menggunakan gawai LTE dan saat menggunakan terbukti adanya.
4. Parameter yang memengaruhi hasil klasifikasi sistem adalah pemilihan jenis *daubechies wavelet* yang digunakan, jumlah *Feature to Extract*, serta jumlah *Hidden Layer* yang dijadikan acuan.

##### 4.2 Saran

Berikut adalah saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya :

1. Menerapkan aktivitas yang identik saat pengambilan data latih maupun data uji sehingga meminimalisir faktor lain yang mempengaruhi akurasi.
2. Mengambil data dari partisipan yang memiliki kondisi kebugaran yang hampir sama untuk lebih mengurangi pengaruh luar seperti perbedaan aktivitas otak sedari awal karna perubahan emosi yang berbeda beda.
3. Coba untuk menggunakan jenis backpropagation lainnya selain *feedforward* karena dalam kasus jaringan syaraf tiruan setiap macam jaringan memiliki kelebihan masing-masing.

### 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.
- [2] B. Lv, C. Su, L. Yang, Y. Xie, and T. Wu, "Whole brain EEG synchronization likelihood modulated by long term evolution electromagnetic fields exposure," in *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2014, pp. 986–989.
- [3] F. Gerald Fletcher, M.D., a cardiologist and professor in the Mayo Clinic College of Medicine in Jacksonville, "Target Heart Rates," *American Heart Association*. 2015.
- [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] T. Sivalakshmi and G. Sreenivasulu, "Comparative Analysis of Different Wavelets for EEG Signal Denoising," *Int. J. Innov. Res. Sciene Eng. Technol.*, pp. 594–599, 2017.