

**PEMBUATAN APLIKASI PENERIMA DATA EEG TIGA KANAL
UNIVERSITAS TELKOM**

**THE MAKING OF DATA RECEIVER APPLICATION IN THREE CHANNEL EEG
TELKOM UNIVERSITY**

Sania Marcellina Bryan¹, Achmad Rizal, ST., MT²., Sugondo Hadiyoso, ST., MT³.,

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

¹marcellina.bryan@gmail.com, ²achmadrizal@telkomuniversity.ac.id, ³sugondo.hadiyoso@gmail.com

Abstrak

Otak merupakan pengendali utama fungsi tubuh. Apabila otak dalam kondisi sehat maka mendorong terhadap kesehatan tubuh dan mental, namun sebaliknya jika otak terganggu maka kesehatan tubuh dan mental juga terganggu. *Electroencephalograph* (EEG) umumnya digunakan dalam berbagai bidang keilmuan khususnya dibidang kesehatan yang berfungsi untuk merekam aktivitas gelombang sinyal pada otak. *Mindwave* merupakan salah satu perangkat EEG yang paling terjangkau untuk suatu penelitian. Tugas akhir ini akan menyajikan analisis sinyal EEG tiga kanal dengan menggunakan *software* LabVIEW. Pada *software* ini akan menunjukkan hasil rekaman dan hasil sinyal setelah di *filter*.

Analisis ini menggunakan metode *Fast Fourier Transform*(FFT) yang digunakan untuk mengubah sinyal EEG yang berbasis domain waktu ke domain frekuensi. Selanjutnya di *filter* untuk mendapat sinyal-sinyal yang terdapat pada setiap kanalnya yaitu *delta* (1-4)Hz, *theta* (4-8)Hz, *alpha* (8-13)Hz dan *beta* (13-30)Hz.

Berdasarkan pengolahan sinyal yang telah dilakukan maka akan menghasilkan sebuah aplikasi yang menampilkan klasifikasi sinyal pada *personal computer* (PC) yang terhubung dengan LED untuk mengidentifikasi sinyal yang lebih dominan pada saat perekaman. Sistem yang telah dibuat menunjukan hasil dengan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan perangkat EEG lainnya.

Kata kunci : *Electroencephalograph, Mindwave, Fast Fourier Transform, LabVIEW, Filter*

Abstract

The brain is the main controlling body functions. If the brain in healthy condition, it will pushed against the body and mental health, but if the brain is disrupted, the body and mental health are also impaired. Electroencephalograph (EEG) is commonly used in many fields to scientists, especially in the field of health which serves to record the signals in the brain wave activity. EEG's mindwave is one of the most affordable device for a research and investigation. In this final project, I will present a three-channel EEG signal analysis using LabVIEW software. This software will show the results of the record and the results of signal filtering.

This analysis using Fast Fourier Transform (FFT) method that used to changes the EEG signal from domain of time to the domain of frequency. Furthermore, in the filter to receive signals contained in each canals that called : delta (1-4) Hz, theta (4-8) Hz, alpha (8-13) Hz and beta (13-30) Hz.

Based on the signal processing has been done, it will create an application that displays the signal classification on personal computers (PCs) connected to the LEDs to identify the dominant signal at the time of recording. And finally, the system that has been created will show with better accuracy when compared with other EEG devices.

Keyword : Electroencephalograph, Mindwave , Fast Fourier Transform, LabVIEW, Filter

1. PENDAHULUAN

Otak merupakan organ vital yang penting dalam kelangsungan hidup manusia, tidak hanya jantung saja tetapi otak juga melebihi pentingnya dari jantung. Otak merupakan pusat kerjanya sistem saraf manusia, pada otak akan dilakukan respon timbal balik sistem saraf sehingga menghasilkan bioelektrik sinyal yang mampu memberikan instruksi atau perintah pada tubuh manusia. Otak manusia akan mengeluarkan gelombang-gelombang listrik dengan *voltage* yang sangat kecil(mV).

Kemampuan sel otak untuk menerima setiap respon atau rangsangan yang diberikan oleh tubuh, menghasilkan beberapa karakteristik perilaku manusia yang dikelompokkan menjadi beberapa gelombang frekuensi sinyal yaitu gelombang sinyal *theta, alpha, delta, beta* dan *gamma*. Frekuensi otak manusia berbeda-

beda untuk setiap fase sadar, rileks, tidur, panik dan lainnya. Hal ini dapat diukur dengan *electroencephalograph* (EEG) yang berfungsi untuk mengukur segala aktivitas otak melalui teknik perekaman sehingga dapat disimpulkan setiap aktivitas yang dihasilkan oleh saraf-saraf pada korteks pada sel otak.

Pada tugas akhir ini akan dibuat suatu aplikasi pada *personal computer* yang bertujuan untuk mengklasifikasikan dan menampilkan sinyal EEG tiga kanal sehingga akan terlihat sinyal yang dominan bekerja. EEG normalnya dilakukan melalui hubungan kanal. *Mindwave mobile* merupakan perangkat yang bergerak dibidang medis yang dapat membaca gelombang otak yaitu *theta, alpha, delta, beta* dan *gamma*.

Dalam perancangan sistem ini akan digunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk melakukan klasifikasi sinyal yang akan terbagi menjadi empat yaitu gelombang sinyal *theta, alpha, delta* dan *beta*. Serta menggunakan bahasa pemrograman LabVIEW untuk mengidentifikasi keluaran gelombang sinyal dan Arduino UNO sebagai indikator sinyal.

2. DASAR TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan teori yang digunakan pada pembuatan pengujian ini yang diantaranya :

2.1 *Electroencephalograph*

Electroencephalograph (EEG) adalah instrumentasi untuk menangkap aktivitas listrik di otak, [10]. Kebanyakan dokter menggunakan EEG ini sebagai alat pendiagnosa suatu penyakit yang berhubungan dengan otak dan kejiwaan. Pengamatan visual terhadap sinyal EEG sangat sukar mengingat amplitude sinyal EEG sangat rendah dan juga polanya sangat kompleks. Klasifikasi dari sinyal EEG terhadap perubahan variable tertentu dapat menerangkan fungsi kerja dari otak dan menangkap perubahan aktivitas otak terhadap variable yang bersangkutan, diantaranya :

- Gelombang *delta* terdapat pada rentang dari 1 - 4 Hz [9]. Gelombang ini terjadi pada dalam kondisi tidur yang lama dan gelombang ini sangat mudah dilihat ketika respon terjadi diakibatkan oleh pergerakan yang berlebihan.
- Gelombang *theta* dalam rentang dari 4 – 8 Hz[9]. Gelombang theta berperan penting pada masa pertumbuhan dan masa kecil. Dalam kondisi ini pikiran menjadi lebih kreatif dan inspiratif.
- Gelombang *alpha* dalam rentang 8 – 13 Hz terlihat dari setengah kepala dan biasanya ditemukan di daerah bagian belakang otak[9]. Gelombang alpha menghasilkan kondisi yang sedang rileks, melamun, berkhayal dan bahkan merupakan kondisi bawah sadar yang dapat mengoptimalkan kerja otak.
- Gelombang *beta* dalam rentang dari 13 - 30 Hz merupakan aktivitas elektrik dari otak dengan kondisi terjaga dan sadar penuh[9].

2.2 *Mindwave*

Mindwave Neurosky digunakan untuk membaca gelombang sinyal EEG. Dimana perangkat ini dapat berkomunikasi dengan perangkat lain seperti komputer, laptop dan mikrokontroler melalui jaringan *wireless* (*Bluetooth*).

2.3 *Fast Faourier Transform*

Metode FFT dapat dilakukan dalam domain waktu dan frekuensi yang disebut sebagai desimasi dalam waktu (*decimation-in-time*) dan desimasi dalam frekuensi (*decimation-in-frequency*) Jumlah sinyal sampel yang akan dimasukan ke dalam algoritma ini harus merupakan kelipatan 2 atau (2^N) [3]. Dimulai dengan membagi dua sinyal ($N/2$) titik, dimana yang pertama merupakan kumpulan nilai berindeks genap dan sebagian lainnya berisi kumpulan nilai berindeks ganjil. Dengan rumus DFT sebelumnya lalu dibagi menjadi dua :

$$X(k) = \sum_{\substack{n=1 \\ \text{genap}=2R}}^{N-2} x[n] W_N^{kn} + \sum_{\substack{n=2 \\ \text{ganjil}=2r+1}}^{N-1} x[n] W_N^{nk} \quad (1)$$

$$X(k) = \sum_{r=0}^{N/2-1} x[2r] W_N^{2rk} + \sum_{r=0}^{N/2-1} x[2r + 1] W_N^{(2r+1)k} \quad (2)$$

Perhatikan bahwa :

$$W_N^{2rk} = (W_N^2)^{rk} = \left(e^{-\frac{j2\pi}{N}} \right)^{2rk} = \left(e^{-\frac{j2\pi}{N/2}} \right)^{rk} = W_{N/2}^{rk} \quad (3)$$

$$W_N^{(2r+1)k} = W_N^{2rk} W_N^k \quad (4)$$

Jadi :

$$X(k) = \sum_{r=0}^{N/2-1} x[2r] W_{N/2}^{rk} + W_N^k \sum_{r=0}^{N/2-1} x[2r+1] W_{N/2}^{rk} \quad (5)$$

Jika $X_1[k]$ dan $X_2[k]$ adalah DFT (N/2) titik dari yang berindeks genap dan ganjil berturut-turut maka :

$$X(k) = X_1[k] + W_N^k X_2[k] \quad (6)$$

Karena $X_1[k]$ dan $X_2[k]$ dianggap periodic dengan periode N/2 maka untuk $k' = N/2$ sampai N-1 dengan $k' = k + N/2$, $X[k]$ diberikan sebagai:

$$X[k'] = X_1[k' - N/2] + W_N^{k'} X_2[k' - N/2] \quad (7)$$

Perlu diperhatikan bahwa

$$W_N^{k'} = W_N^{(k+N/2)} = -W_N^k \quad (8)$$

Sehingga didapatkan hasil N- titik.

2.4 LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah *software* pemrograman yang dibuat oleh *National Instruments* dengan konsep berbeda [1]. Perbedaannya LabVIEW dengan *software* lainnya yaitu LabVIEW menggunakan bahasa pemrograman yang berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis *text*.

2.5 Gambaran Umum Sistem

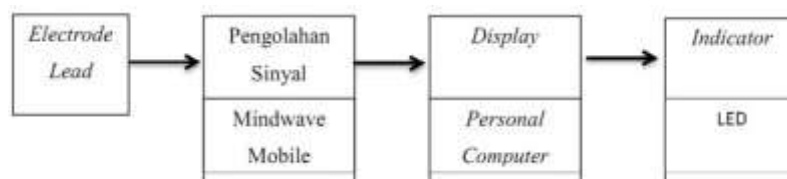
Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan *software* dari klasifikasi sinyal EEG tiga kanal dengan *Mindwave Mobile* sebagai perancangan hardware. Tugas akhir ini lebih mengacu pada pengolahan data serta visualisasi data EEG tiga kanal yang menghasilkan tampilan dalam bentuk grafis dan dapat diterima di PC dengan menggunakan *software Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench (LabVIEW)*. Gambaran secara umum klasifikasi sinyal EEG tiga kanal dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Perancangan Sistem

2.6 Perancangan Hardware

Beberapa komponen yang berhubungan dengan perancangan hardware secara umum.



Gambar 2.2 Perancangan Hardware

2.7 Perancangan Software

Pada tugas akhir ini akan digunakan software LabVIEW 2013. Sinyal masukan yang didapatkan dari *electrode* yang terdapat pada *mindwave* terdiri dari sinyal elektrik yang pada otak manusia. Sinyal tersebut dapat merepresentasikan setiap keadaan subjek melalui gelombang frekuensi yang dihasilkan dan diklasifikasikan menjadi empat gelombang sinyal frekuensi yaitu *Alpha*, *Beta*, *Delta* dan *Theta*. Selanjutnya nyala LED dapat berfungsi sebagai alat indikasi dari setiap sinyal.

2.8 Indikator Sinyal EEG

Pada tahap ini akan menunjukkan sinyal EEG yang lebih dominan pada saat dilakukan pengujian dengan nyala LED sebagai indikatornya. Gambar 2.3 menunjukkan *flowchart* indikator sinyal yang lebih dominan.



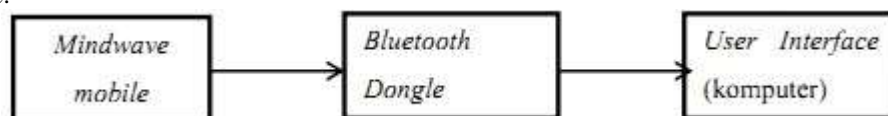
Gambar 2.3 *Flowchart* Indikator Sinyal

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem aplikasi EEG tiga menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dari sisi *hardware* terhadap *software*. Pengujian dilakukan dalam beberapa skenario guna menganalisis sistem agar dapat bekerja dengan baik dan keluaran yang di dapat sesuai dengan yang diharapkan.

3.1 Pengujian Komunikasi *Mindwave Mobile* ke Komputer

Untuk mengetahui komunikasi antara *mindwave mobile* dengan komputer dapat berjalan dengan baik atau tidak via *bluetooth*.



Gambar 3.1 Diagram Blok Pengujian Data *Mindwave mobile*

Hasil yang didapat pada saat pengujian komunikasi *mindwave mobile* dengan komputer dapat dilihat pada Tabel 3.1

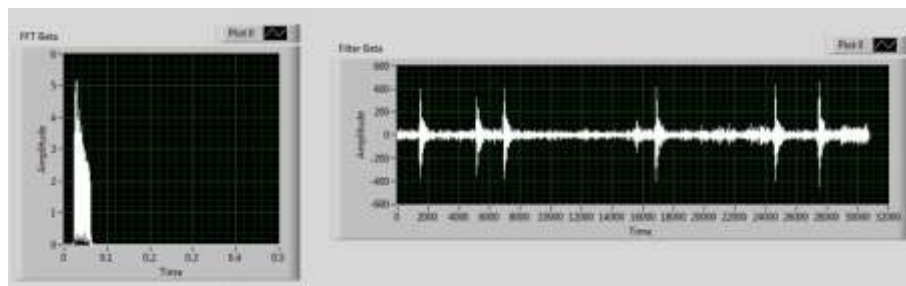
Tabel 3.1 Hasil Komunikasi *Mindwave Mobile*

Pengujian	Lampu Indikator <i>Mindwave Mobile</i>	Tampil Data <i>User Interface</i>
Pasien 1	Menyala	Gambar 4.2
Pasien 2	Menyala	Lampiran
Pasien 3	Menyala	Lampiran
Pasien 4	Menyala	Lampiran
Pasien 5	Menyala	Lampiran

Dari hasil pengujian yang dilakukan diketahui bahwa *mindwave mobile* terhubung dengan komputer pada semua pengujian.

3.2 Pengujian *Fast Fourier Transform* (FFT)

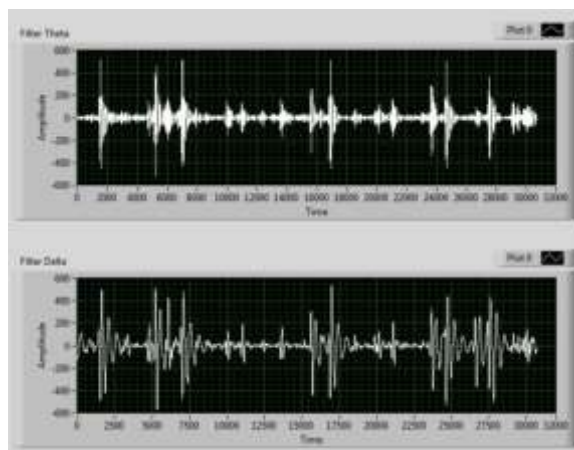
Untuk melihat hasil EEG dari order waktu ke orde frekuensi maka perlu dilakukan *Fast Fourier Transform* sebelum melakukan klasifikasi sinyal . Dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Sinyal FFT

3.3 Pengujian Klasifikasi Sinyal EEG

Sinyal awal yang dikeluarkan merupakan sinyal asli EEG yang diambil dari setiap kanal maka untuk mendapatkan sinyal dari masing-masing kanal maka perlu dilakukan klasifikasi sinyal sehingga dapat mengetahui karakteristik dari setiap sinyal yang ada di otak manusia.



Gambar 3.3 Klasifikasi sinyal EEG

3.4 Pengujian *Mindwave Mobile* terhadap Teori EEG

Pada pengujian *mindwave mobile* ini akan dilakukan beberapa kali percobaan guna mengetahui tingkat akurasi pada sistem yang telah dibuat terhadap EEG yang ada. Untuk mendapat hasil pengujian yang baik perlu dilakukan perbandingan hasil sehingga mendapat hasil presisi keakuratan dari sistem yang telah dibuat. Dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengujian *Mindwave Mobile* dengan tiga kondisi

Tes	Mendengarkan lagu (Hz)	Keterangan	Tes	Berpikir (Hz)	Akurasi	Tes	Berpikir (Hz)		Akurasi
	A			B			Δ	Θ	
1	11.11	<i>In range</i>	1	15.05	<i>In range</i>	1	1.83	5.19	<i>In range</i>
2	11.21	<i>In range</i>	2	15.41	<i>In range</i>	2	0.98	5.93	<i>In range</i>
3	11.33	<i>In range</i>	3	15.41	<i>In range</i>	3	1.17	5.21	<i>In range</i>
4	11.14	<i>In range</i>	4	17.74	<i>In range</i>	4	1.23	5.19	<i>In range</i>
5	11.36	<i>In range</i>	5	16.44	<i>In range</i>	5	1.10	7.44	<i>In range</i>
6	10.12	<i>In range</i>	6	15.30	<i>In range</i>	6	1.19	5.11	<i>In range</i>
7	11.62	<i>In range</i>	7	17.78	<i>In range</i>	7	1.22	4.64	<i>In range</i>
8	11.57	<i>In range</i>	8	17.21	<i>In range</i>	8	4.52	5.75	<i>Out range</i>
9	11.50	<i>In range</i>	9	17.91	<i>In range</i>	9	1.12	4.91	<i>In range</i>
10	11.45	<i>In range</i>	10	18.62	<i>In range</i>	10	1.37	6.53	<i>In range</i>
11	10.00	<i>In range</i>	11	15.35	<i>In range</i>	11	2.69	9.67	<i>Out range</i>
12	10.14	<i>In range</i>	12	14.74	<i>In range</i>	12	4.17	5.56	<i>Out range</i>
13	10.83	<i>In range</i>	13	15.28	<i>In range</i>	13	2.66	6.24	<i>In range</i>
14	11.21	<i>In range</i>	14	16.34	<i>In range</i>	14	2.34	6.43	<i>In range</i>
15	10.64	<i>In range</i>	15	17.21	<i>In range</i>	15	4.73	5.77	<i>Out range</i>
16	9.81	<i>In range</i>	16	19.40	<i>In range</i>	16	3.74	8.12	<i>Out range</i>
17	10.69	<i>In range</i>	17	15.39	<i>In range</i>	17	2.66	6.69	<i>In range</i>
18	11.39	<i>In range</i>	18	16.40	<i>In range</i>	18	3.71	7.44	<i>In range</i>
19	10.20	<i>In range</i>	19	19.27	<i>In range</i>	19	3.07	6.21	<i>In range</i>
20	9.81	<i>In range</i>	20	15.57	<i>In range</i>	20	4.40	7.17	<i>Out range</i>
21	9.30	<i>In range</i>	21	16.10	<i>In range</i>	21	3.35	5.04	<i>In range</i>
22	9.54	<i>In range</i>	22	17.33	<i>In range</i>	22	2.04	5.44	<i>In range</i>
23	10.61	<i>In range</i>	23	15.18	<i>In range</i>	23	2.11	7.64	<i>In range</i>
24	9.88	<i>In range</i>	24	15.99	<i>In range</i>	24	2.04	4.74	<i>In range</i>
25	11.49	<i>In range</i>	25	18.56	<i>In range</i>	25	2.17	8.86	<i>Out range</i>
26	12.05	<i>In range</i>	26	24.06	<i>In range</i>	26	4.81	4.46	<i>Out range</i>
27	9.81	<i>In range</i>	27	15.86	<i>In range</i>	27	1.99	8.84	<i>Out range</i>
28	12.69	<i>In range</i>	28	16.00	<i>In range</i>	28	2.97	7.90	<i>In range</i>
29	9.82	<i>In range</i>	29	19.22	<i>In range</i>	29	1.13	4.38	<i>In range</i>
30	12.50	<i>In range</i>	30	21.96	<i>In range</i>	30	2.52	4.98	<i>In range</i>
Akurasi Total		100 %	Akurasi		100 %	Akurasi		69,99 %	

Gelombang *alpha* berada pada rentang 8 – 13 Hz yang menghasilkan kondisi rileks, melamun, berkhayal dan bahkan merupakan kondisi bawah sadar yang dapat mengoptimalkan kerja otak. Dapat dilihat pada Tabel 3.2 bahwa pengujian yang dilakukan memiliki rentang frekuensi yang sesuai dengan rentang sinyal dari gelombang *alpha*.

Gelombang *beta* berada dalam rentang dari 13 - 30 Hz merupakan aktivitas elektrik dari otak dengan kondisi terjaga dan sadar penuh. Gelombang beta biasanya terdiri dari kumpulan aktivitas sinyal otak melalui aktivitas berfikir, perhatian, sistem dan pemecahan masalah konkrit yang didominasi logika. Dapat dilihat pada Tabel 3.2 menghasilkan rentang frekuensi yang sesuai dengan rentang frekuensi dari gelombang *beta*.

Gelombang *delta* terdapat pada rentang dari 1 – 4 Hz. Gelombang ini terjadi dalam kondisi tidur yang lama atau tidur nyenyak. Gelombang *theta* dalam rentang dari 4 – 8 Hz. Dalam kondisi mengalami tidur ringan atau mengantuk dengan tanda-tanda napas mulai melambat dan dalam. Sehingga gelombang *delta* dan *theta* disebut juga sebagai gelombang pikiran bawah sadar.

Pada Tabel 3.2 ada beberapa pengujian yang berada pada kategori *out range* (diluar rentang frekuensi) diantaranya terdapat pada gelombang *delta* yang diakibatkan pasien tidak dalam kondisi tidur terlelap atau ada beberapa aktivitas saat tertidur seperti mimpi buruk dan ketidak nyamanan saat tidur. Sementara pada gelombang *theta* juga terdapat frekuensi yang tidak sesuai dan diakibatkan oleh pasien belum dalam keadaan mengantuk namun dipaksa untuk tidur dan ada beberapa pasien masih dalam keadaan berfikir.

Berdasarkan teori EEG yang ada, EEG dikelompokkan menjadi beberapa kondisi yang didasari oleh beberapa frekuensi serta memiliki fase yang berbeda sesuai dengan kondisi pikiran dan fisik seseorang. Pada kondisi mendengarkan musik sinyal yang lebih dominan adalah gelombang *alpha* (8 – 13 Hz). Sementara pada kondisi berfikir adalah gelombang *beta* (13 – 30)Hz dan kondisi tidur adalah gelombang *delta* (0 – 4 Hz) dan gelombang *theta* (4 – 8) Hz.

Tabel 3.3 Akurasi Rata-rata

No.	Pengujian	Akurasi
1	Kondisi mendengarkan lagu	100%
2	Kondisi berpikir	100%
3	Kondisi tertidur	69.99%
Rata – rata		89.99%

Dari hasil pengujian pada tabel 3.3 yang menggunakan *Mindwave Mobile* menghasilkan nilai rata-rata akurasi sebesar 89.99%. Ada beberapa hal yang mempengaruhi pengujian pada *Mindwave Mobile* yaitu diantaranya kondisi pasien pada saat pengujian dimana pasien tidak dapat berkonsentrasi penuh saat dalam pengujian dan adanya *noise* karena transmisi datanya menggunakan *bluetooth* yang rawan karena *noise*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada pembuatan aplikasi penerima data EEG tiga kanal maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tugas akhir ini berhasil membuat sistem yang mampu menampilkan sinyal EEG dengan menggunakan *software* LabVIEW.
2. Pemrograman *Arduino* dan LabVIEW dapat bekerja dengan baik melalui komunikasi *serial* yang terhubung dengan *Mindwave*.
3. Aplikasi dapat bekerja dengan baik di *Personal Computer* ataupun pada laptop yang sesuai dengan data yang diinginkan.
4. Berdasarkan hasil data yang diterima maka dapat dilakukan klasifikasi sinyal *delta*, *theta*, *alpha* dan *beta*.
5. Sinyal yang memiliki akurasi tinggi dapat teridentifikasi sebagai sinyal yang lebih dominan dapat ditandai dengan LED yang menyala.
6. Sesuai dengan pengujian alat pada *Mindwave Mobile* menghasilkan akurasi 89.99 %.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artanto, Dian. 2012. *Interaksi Arduino dan LabVIEW*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [2] Banzi, Massimo. 2008. *Getting Started with Arduino*. O'Reilly.
- [3] Gunawan, Dadang & Juwono, F. H. 2012. *Pengolahan Sinyal Digital Dengan Pemrograman Matlab*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- [4] Ifeachor, E. C., & Jervis, B.W. 1993. *Digital Signal Processing*. Great Britain: *The Riverside Printing Co*.
- [5] Jasper, H.H., 1958. The ten–twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 10, 367–380.
- [6] Ling Guo, Daniel Rivero, Jose A.Seane dan Alejandro Pazos. Classification of EEG Signal Using Relative Wavelet Energy and Artificial Neural Networks. GEC'09, June 12-14, 2009.
- [7] Rizal, Achmad. 2104. *Instrumentasi Biomedis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [8] Sałabun, Wojciech. 2014. Processing and spectral analysis of the raw EEG signal from the MindWave. *Przegląd Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 90 NR 2/2014:169-173.
- [9] Sanei, Saeid, Chambers, J.A. 2007. *EEG Signal Processing*. UK: Cardiff University.
- [10] Varada, V.R. et al. 2013. *Measuring and Processing the Brain's EEG Signal with Visual Feedback for Human Machine Interface*. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4, 1-4.