



RANCANG BANGUN *SMARTHOME* MENGGUNAKAN *HEADSET* MINDWAVE PENDETEKSI SINYAL OTAK SECARA *REAL TIME* BERBASIS PYTHON DAN MIKROKONTROLER ARDUINO

*Dyah Anggraeni, Mada Sanjaya, Muhamad Yusuf S.N.

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, INDONESIA

Bolabot Techno Robotic Institute,

CV. Sanjaya Star Group, Bandung, INDONESIA.

*Email: tsugumikaoru@gmail.com

ABSTRAK

Electroencephalography (EEG) merupakan sistem yang dapat mendeteksi sinyal biologi dari aktivitas otak. Dalam studi ini, kami menggunakan *headset* Mindwave yang dapat digunakan untuk mendeteksi sinyal EEG. Dari hasil akuisisi data sinyal otak sampel diperoleh data sinyal untuk keadaan membuka dan menutupnya mata. Kemudian dibuat algoritma program menggunakan *software* Python untuk menampilkan dan mengolah sinyal otak yang teridentifikasi menjadi perintah untuk mengontrol lampu pada *smarthome* berbasis Arduino. Dari hasil studi, lampu pada *smarthome* akan bekerja nyala ataupun mati sesuai dengan aktivitas otak secara *real time* berdasarkan data analog (ADC) yang terukur. Semua proses komunikasi data dalam sistem ini menggunakan sistem serial yang dikirimkan menggunakan *Bluetooth*.

Kata kunci: Electroencephalography; Mindwave; Akuisisi Data; Kontrol.

PENDAHULUAN

Electroencephalography (EEG) merupakan alat yang dapat membaca aktivitas listrik sinyal otak. Dalam perkembangannya, EEG terus dikembangkan dalam banyak bidang, seperti; psikologi [2], kesehatan [3-4], sosial [5], seni [6-8], robotika [9-15], dan lainnya. EEG dalam bidang robotika umumnya dimanfaatkan untuk membantu kalangan disabilitas,

membantu orang dengan kelemahan ataupun keterbatasan fisik seperti lansia, menggantikan aktivitas yang berulang ataupun berbahaya, dan lainnya. Contoh implementasi EEG pada bidang robotika, seperti; kendali kursi roda [9-10], kendali lengan robot [11-12], kendali robot mobile [13-15], dan lainnya.

Richard Caton (1875) telah menemukan *Electroencephalogram* (EEG) dengan mengambil data sinyal otak dari sampel kelinci dan monyet. Ide ini dikembangkan oleh Hans Berger (1925) yang mengukur aktifitas *bio-elektron* pada otak manusia. Sinyal EEG merupakan sinyal aktifitas listrik di lapisan terluar kulit otak. Karakteristik sinyal EEG tidak periodik, tidak mempunyai pola baku, dan mempunyai amplitude tegangan yang kecil, sehingga sangat mudah tertimbun *noise*. Filter digunakan untuk mengeliminasi noise yang ikut dalam sinyal EEG. Pengukuran sinyal EEG dilakukan dengan cara meletakkan elektroda-elektroda pada kulit kepala dan hasil pengukurannya sangat dipengaruhi oleh beberapa variabel, seperti kondisi mental, gerakan dan aktivitas pada saat pengukuran, kondisi kesehatan, kondisi lingkungan pengukuran, usia, jenis kelamin, faktor stimulus[16].

Tujuan dari studi ini yaitu membuat sistem *brain computer* yang menggabungkan sistem akuisisi data, metode pembelajaran dan klasifikasi serta sistem kontrol berbasis komunikasi serial dan membuat sistem smarthome yang dapat dikendalikan oleh sinyal otak.

DASAR TEORI

Gelombang Otak

Otak manusia menghasilkan lima jenis Gelombang Otak (*Brainwave*) secara bersamaan, yaitu *Gamma*, *Beta*, *Alpha*, *Tetha*, *Delta*. Akan tetapi, setiap aktivitas tertentu ada satu gelombang otak yang sangat dominan, secara singkat dijabarkan berikut ini [1]:

1. Gelombang *Gamma* (20 Hz - 40 Hz) merupakan sinyal yang memiliki *amplitudo* yang kecil dan *frekuensi* yang tinggi. Keadaan ini terjadi saat seseorang mengalami aktifitas mental yang sangat tinggi. Aktivitas tersebut misalnya seseorang yang sedang berada di arena pertandingan, perebutan kejuaraan, tampil dimuka umum, sangat panik, ketakutan, kondisi ini dalam kesadaran penuh.
2. Gelombang *Beta* (12 Hz - 20 Hz) merupakan Gelombang Otak yang terjadi saat seseorang mengalami aktifitas mental yang terjaga penuh. Gelombang *beta* dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu *high beta* (lebih dari 19 Hz) yang merupakan transisi

dengan getaran *gamma* , lalu getaran *beta* (15 Hz - 18 Hz) yang juga merupakan transisi dengan getaran *gamma*, dan selanjutnya *lowbeta* (12 Hz ~ 15 Hz). Gelombang *Beta* di perlukan otak ketika Anda berpikir, rasional, pemecahan masalah, dan keadaan pikiran di mana Anda telah menghabiskan sebagian besar hidup Anda.

3. Gelombang *Alpha* (8 Hz – 12 Hz) terjadi pada saat seseorang yang mengalami relaksaksi atau mulai istirahat dengan tanda-tanda mata mulai menutup atau mulai mengantuk, juga merupakan frekuensi pengendali, penghubung pikiran sadar dan bawah sadar.
4. Gelombang *Theta* (4 Hz – 8 Hz) terjadi pada saat seseorang mengalami tidur ringan, atau sangat mengantuk. Tanda-tandanya napas mulai melambat dan dalam. Selain orang yang sedang diambang tidur, beberapa orang juga menghasilkan Gelombang Otak (*Brainwave*) ini saat *trance*, *hypnosis*, meditasi dalam, berdoa, menjalani ritual agama dengan khusyu. Orang yang mampu mengalirkan energi chi, prana atau tenaga dalam, juga menghasilkan Gelombang Otak (*Brainwave*) *theta* pada saat latihan atau menyalurkan energinya kepada orang lain.
5. Gelombang *Delta* (0.5 Hz – 4 Hz) yang memiliki *amplitudo* yang besar dan *frekuensi* yang rendah. Otak Anda menghasilkan gelombang ini ketika Anda tertidur lelap, tanpa mimpi. Fase *Delta* adalah fase istirahat bagi tubuh dan pikiran. Tubuh melakukan proses penyembuhan diri, memperbaiki kerusakan jaringan, dan aktif memproduksi sel-sel baru saat tertidur lelap.

Headset Mindwave dari Neurosky

NeuroSky merupakan perusahaan yang berdiri sejak 2004 di Silicon Valley, California, Amerika Serikat. Perusahaan ini berfokus pada tujuan utamanya yaitu memanfaatkan teknologi *Brain Computing* untuk dipasarkan pada konsumen secara luas. NeuroSky mengadaptasi teknologi EEG dan mengembangkannya untuk dapat digunakan dalam beberapa bidang yang memenuhi permintaan komersial, seperti untuk *entertainment*, kesehatan, serta otomotif [18].

Terobosan terbesar NeuroSky adalah ketika mereka berhasil mengembangkan perangkat EEG dengan harga yang cukup murah. Perangkat tersebut meliputi: sensor kering yang berfungsi menangkap input sinyal dan gelombang yang dihasilkan oleh otak, perangkat lunak dan perangkat keras *built in* yang mampu mengurangi dan memfilter setiap *electrical noise*, serta ThinkGear Chip yang berfungsi sebagai sirkuit pemroses

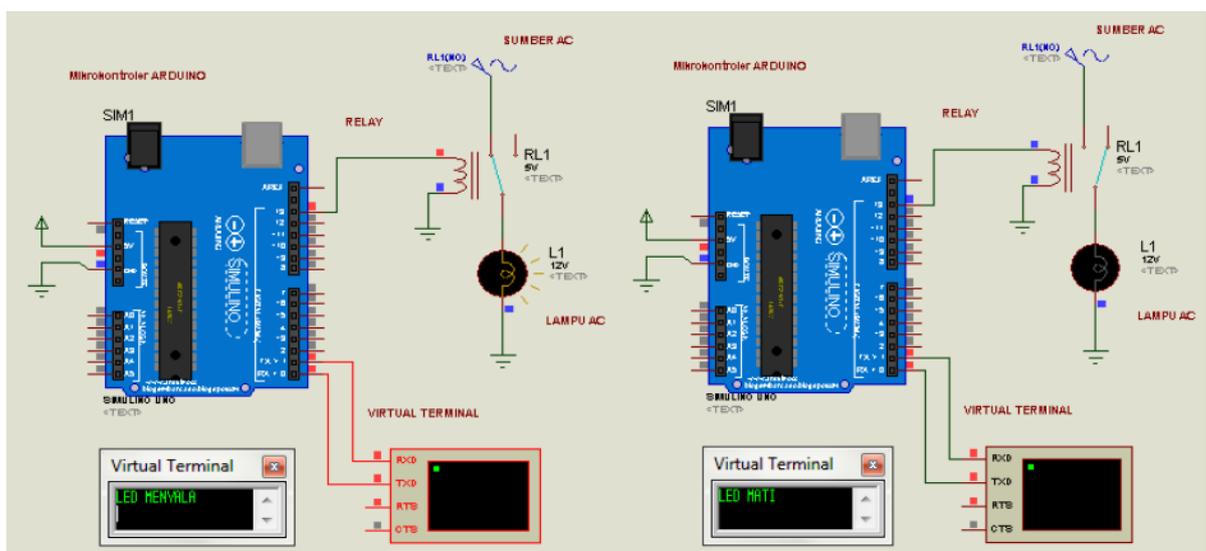
sinyal dan penghasil output [18]. Seluruh perangkat tersebut dapat ditanamkan pada perangkat sederhana serupa *headset*. Dengan fitur yang dimilikinya, dan dengan diprogram sedemikian rupa, alat ini bisa dimanipulasi menjadi alat yang dapat mengontrol sesuatu menggunakan pikiran kita.

Pembagian sinyal pada Mindwave terbagi menjadi; *attention, meditation, RAW Value, delta, theta, low Alpha, high Alpha, low Beta, high Beta, low Gamma, mid Gamma, poor Signal*, dan *blink Strength*. Data sinyal utama merupakan gabungan data sinyal otak yang telah diteliti oleh perusahaan produk tersebut untuk kepentingan tertentu.

METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM

Skema rangkaian elektronik kontrol lampu AC pada *Smarthome* menggunakan *mikrokontroler* Arduino dan menggunakan relay sebagai penghubung tak langsung antara komponen berarus DC sebagai kontroler (saklar) dan lampu AC.

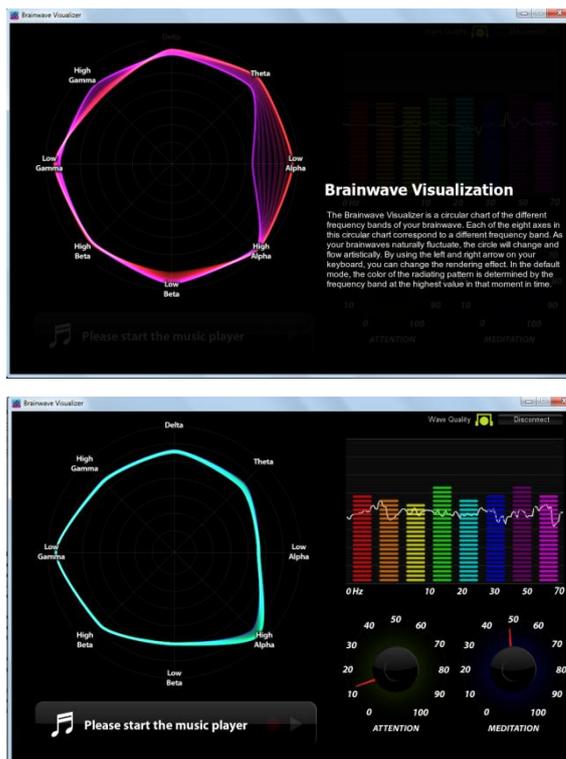
Skema pada **Gambar 3** terlihat bahwa input relay terhubung pada pin 13 dan ground dari Arduino. Pin output terhubung dengan sumber tegangan AC dan lampu AC. Dalam logika pemrogramannya, dengan nilai data sinyal tertentu, lampu akan menyala pada kondisi *HIGH* dan lampu akan mati pada kondisi *LOW*. Kondisi *HIGH* dan *LOW* dikendalikan oleh pemrograman Arduino dengan membaca data sinyal yang telah terukur dari *headset* Mindwave.



Gambar 1. Skema rangkaian Smarthome: (kiri) LED menyala (kanan) LED mati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menguji program IDE Arduino, telah dilakukan simulasi rangkaian menggunakan seperti pada Gambar 4 selanjutnya yaitu dengan mengetahui data yang dikirimkan oleh *headset* Mindwave. Dengan menggunakan aplikasi bawaan Mindwave bernama “Brainwave Visualizer”, dapat terlihat tampilan berupa bentuk grafik dan tampilan visual (Brainwave Visualization) yang menampilkan tiap data yang dikirimkan dari headset tersebut dalam bentuk grafik visual. Tampilan Brainwave Visualizer, sebagai berikut;



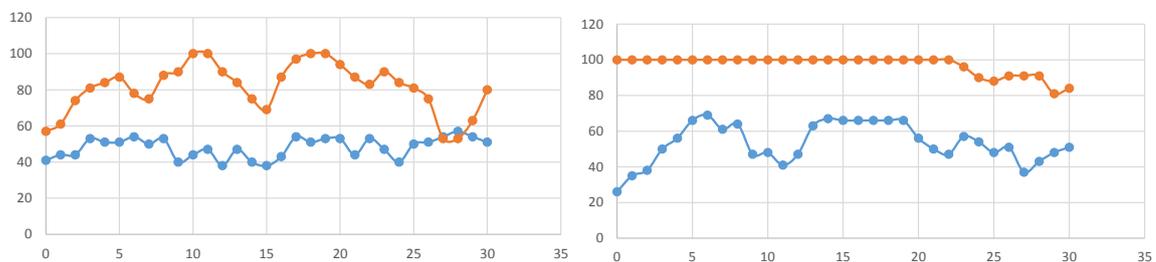
Gambar 2. Tampilan Brainwave Visualizer

Pada program Brain Visualizer tampil beberapa jenis data output, yaitu data *Attention* (perhatian), *Meditation* (meditasi) dan 8 jenis sinyal otak lainnya (sinyal *Delta*, *Theta*, *low Alpha*, *high Alpha*, *low Beta*, *high Beta*, *low Gamma*, dan *mid Gamma*). Data tersebut akan muncul apabila semua perangkat sudah terkoneksi dengan baik dan benar. Langkah ini dilakukan hanya untuk mengetahui cara kerja pembacaan sinyal otak dari *headset* Mindwave tersebut.

Kemudian dilakukan pengambilan data (uji sampel) untuk mendapatkan sinyal berbeda. Yaitu dengan menentukan sinyal otak yang dapat membedakan 2 keadaan untuk menyalakan atau mematikan *Smarthome* tersebut.

Untuk dapat mengetahui data aktivitas sinyal otak, dibutuhkan *software* pemrograman (selain *software* Brainwave Visualizer) yang digunakan untuk menampilkan dan mengolah data, yaitu menggunakan *software* Python. *Software* Python digunakan karena telah memiliki *library* bernama *NeuroPy* yang mampu membaca data dari *headset* Mindwave. Dengan sedikit pengolahan algoritma pemrograman, dilakukan uji sampel sinyal otak agar teridentifikasi menjadi perintah untuk mengontrol lampu pada *smarthome* berbasis Arduino.

Pengambilan data sampel pada studi ini diambil dari 2 orang. Membuka dan menutup mata dipilih karena keadaan ini dapat membedakan aktivitas sinyal otak tanpa konsentrasi yang cukup tinggi. Dengan melakukan pengujian yang sama pada kedua sampel, didapatkan hasil sebagai berikut;



(a)

(b)

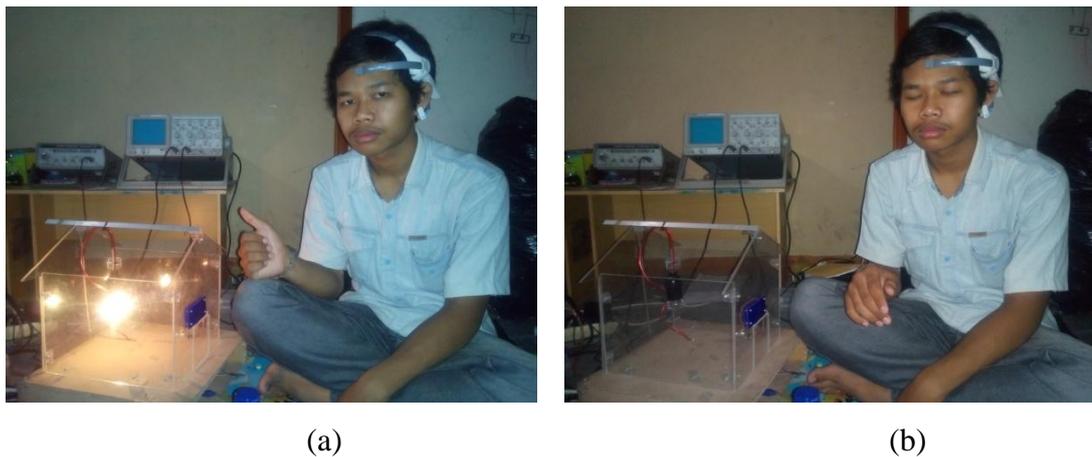
Gambar 3. Data sampel pengujian *headseat* Mindwave pada (a)Sampel 1 (b)Sampel 2

Gambar 3 adalah hasil dari sinyal *meditation*. titik biru adalah keadaan ketika mata terbuka dan titik merah adlah keadaan ketika mata tertutup. Terlihat bahwa dari sample 1 dan 2 memiliki hasil data yang berbeda pada kondisi mata terbuka dan mata tertutup.

Setelah data latih teramati dan teridentifikasi, dibuat algoritma pemrograman menggunakan *software* Arduino dan Python untuk mengontrol *Smarthome*. Proses komunikasi data dalam sistem ini semuanya menggunakan sistem serial yang dikirimkan menggunakan *Bluetooth*, yang terdiri dari; *bluetooth headset* Mindwave, *bluetooth* komputer dan *bluetooth* HC05 pada Arduino. Data serial yang dibaca pada algoritma pemrograman dibuat agar dapat terhubung kepada 2 buah serial, yaitu; serial dari

Mindwave (data yang diolah atau *input*), dan serial Arduino (data untuk *output*/kontrol). Dua koneksi serial diolah pada komputer dibantu menggunakan *software* Bluesoleil.

Deklarasi dari algoritma pemrograman pada sistem ini, yaitu; dengan *range* dari sinyal meditasi tertentu diolah agar dapat mengeluarkan suatu perintah, yaitu menyalakan (*On*) atau mematikan (*Off*) lampu *smarthome* sesuai dengan data sinyal otak yang terbaca. Secara teknis, *software* Python digunakan untuk mengolah dan menampilkan data *input*, sedangkan *software* Arduino digunakan untuk sedangkan untuk mengontrol *smarthome*. Dibawah ini merupakan hasil dari studi yang telah dilakukan;



Gambar 4. Pengujian prototype smarthome kendali sinyal otak.

(a) Lampu menyala saat mata terbuka, (b) Lampu mati saat mata tertutup.

Pada keadaan tertentu (telah diatur sesuai dengan data pemograman), lampu pada *smarthome* akan bekerja (nyala/mati) sesuai dengan kondisi aktivitas otak. Dengan menggunakan sinyal meditasi, data tersebut dapat terbedakan secara mudah. Karena, pada saat mata terbuka dan memikirkan sesuatu, sinyal meditasi akan menurun. Sedangkan pada saat mata tertutup dan tenang, sinyal mediasi akan menurun. Intinya, pada saat meditasi rendah, lampu akan menyala. Dan pada saat meditasi tinggi, lampu akan mati.

Namun masih saja ada kelemahan dari perancangan rangkaian ini, yaitu seperti; waktu respon sering terjadi *delay* saat pembacaan sinyal otak. Dibawah ini perbedaan *delay* pada saat nilai meditasi lebih dari 50 dan 60, sebagai berikut :

Tabel 1. Waktu Respon saat Data Meditasi Mematikan Lampu > 60 dan > 50

Ke	Med _{off} > 60		Med _{off} > 50	
	t _{ON} (s)	t _{OFF} (s)	t _{ON} (s)	t _{OFF} (s)

1	5.04	4.12	1.77	8.13
2	4.05	5.94	12.07	8.80
3	6.8	9.32	14.81	13.30
4	7.62	12.15	4.81	14.51
5	7.64	10.59	22.35	15.47
6	6.73	12.96	18.41	13.92
7	2.30	29.52	3.53	2.97
8	7.23	24.7	8.75	4.74
9	2.56	30.3	14.93	1.59
10	~	~	11.02	17.97

Delay dipengaruhi nilai meditasi yang digunakan. Dengan melihat data respon, nilai meditasi dengan respon terbaik yaitu lebih dari 60. Namun, *delay* juga terjadi karena konsentrasi setiap orang berbeda. Sehingga, sulit atau mudahnya menyalakan atau mematikan lampu pada *Smarthome* bergantung pada kondisi pikiran pengguna *headset* Mindwave tersebut. Semakin memiliki konsentrasi tinggi, semakin mudah mengoperasikan sistem tersebut. Dan semakin rendah konsentrasi seseorang, maka semakin sulit untuk mengontrol sistem tersebut.

KESIMPULAN

Pada keadaan tertentu sesuai dengan data pemrograman, lampu pada *smarthome* akan bekerja nyala ataupun mati sesuai dengan keadaan otak. Dengan menggunakan sinyal meditasi, data tersebut dapat terbedakan secara mudah. Karena, pada saat mata terbuka dan memikirkan sesuatu, sinyal meditasi akan menurun. Sehingga pada saat meditasi rendah lampu akan menyala, dan pada saat meditasi tinggi lampu akan mati. *Delay* terjadi karena konsentrasi setiap orang berbeda. Sehingga, apabila seseorang memiliki konsentrasi yang tinggi akan dengan mudah mengendalikan sistem, dan juga sebaliknya.

REFERENSI

- [1] Alfis, “Gelombang *Gamma*, *Beta*, *Alpha*, *Tetha*, dan *Delta* dalam Otak”, 2011, [Online], Available: <https://alifis.wordpress.com/2011/06/02/gelombang-gamma-beta-alpha-tetha-dan-delta-dalam-otak/>, [Diakses 13 November 2015].
- [2] E. H. Jones, D.M. Amodio, “*Electroencephalographic Methods In Psychology*”, American Psychological Association, USA, 2011.
- [3] R.S. Lewis, N.Y. Weekes, T.H. Wang, “*The effect of a naturalistic stressor on frontal EEG asymmetry, stress, and health*”, Elsevier, Biological Psychology, Vol. 75, pp: 239–247, 2007.

- [4] C.K. A. Lim, W.C. Chia, “*Analysis of Single-Electrode EEG Rhythms Using MATLAB to Elicit Correlation with Cognitive Stress*”, International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol. 7, No. 2, 2014.
- [5] H.A. Henderson, N.A. Fox, K.H. Rubin, “*Temperamental contributions to social behavior: The moderating roles of frontal EEG asymmetry and gender*”, American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, Vol. 40, pp: 68-74, 2000.
- [6] W. Salabun, “*Processing and spectral analysis of the raw EEG signal from the MindWave*”, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, 2014.
- [7] K.R. Christopher, A. Kapur, D.A. Carnegie, G.M. Grimshaw, “*A History of Emerging Paradigms in EEG for Music*”, Proceedings ICMC|SMC|, 2014.
- [8] C.Y. Pang, M. Nadal, J.S. Müller-Paul, R. Rosenberg, C. Klein, “*Electrophysiological correlates of looking at paintings and its association with art expertise*”, Elsevier, Biological Psychology, Vol. 93, pp: 246– 254, 2013.
- [9] H.S. Anupama, N. K. Cauvery, G.M. Lingaraju, “*Brain Controlled Wheelchair For Disabled*”, International Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Research (IJCSEITR). Vol. 4, No. 2, pp 157-166, 2014.
- [10] B.J.A. Rani, A. Umamakeswari, “*Electroencephalogram-based Brain Controlled Robotic Wheelchair*”, Indian Journal of Science and Technology, Vol. 8(S9), pp: 188–197, 2015.
- [11] D. Salvekar, A. Nair, D. Bright, S.A. Bhisikar, “*Mind Controlled Robotic Arm*”, IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE), pp: 36-44, 2015.
- [12] J. O'Connor, “*Real-time Control of a Robot Arm Using an Inexpensive System for Electroencephalography Aided by Artificial Intelligence*”, Computer Science Honors Papers, 2013.
- [13] Y.B. Olam, F. D. Setiaji , D. Susilo, “*Implementasi Headset NeuroSky MindWave Mobile untuk Mengendalikan Robot Beroda secara Nirkabel*”, Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika, Vol. 13, No. 2, pp: 173 – 183, 2014.
- [14] K. Yendrapalli, S. S. N. P. K. Tammana, “*The Brain Signal Detection for Controlling the Robot*”, International Journal of Scientific Engineering and Technology, Vol. 3, No. 10, pp: 1280-1283, 2014.
- [15] S. Ramesh, K. Harikrishna, J.K. Chaitanya, “*Brainwave Controlled Robot Using*

- Bluetooth*”, International Journal of Advanced Research in Electronics and Instrumentation Engineering, Vol. 3, No. 8, 2014.
- [16] J. Clutton-Brock, “*Eletroencephalography*”, University of Bristol, England, 1961.
- [17] M. Sanjaya W.S., “*Membuat Robot Arduino bersama Profesor Bolabot Menggunakan Interface Python*”, Bolabot, Indonesia, 2015.
- [18] M. A. Yousef, M. E. E. Mohamed, “*Brain Computer Interface System*”, Universita Telematica Internazionale Uninettuno, 2011.
- [19] N. Hafiluddin, “*Brain Computing : Penggunaan Gelombang Otak dalam Teknologi Komputasi*”, Sekolah Tinggi Akuntansi Negara, Indonesia, 2013.
- [20] J. Alexis, “*Developing a Home-Based Functional Application for an EEG-based Brain Computer Interface*”, University Of Southern Queensland, 2011.
- [21] J. Legaspi, J. Rombola, A. Thibault, “*Implementinga Low Noise, Low Power Portable EEG Sensor System*”, Worcester Polytechnic Institute, 2013.
- [22] Neurosky, “*Mindwave and Arduino*”, United State, 2011.
- [23] Neurosky, “*Mindwave User Guide*”, United State, 2011.