

Perancangan Terapi Menggenggam Bola Karet Pada Pasien Stroke Menggunakan Tangan Bionik dan Mindlink

1st Ardian Artharajasa
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

artharajasa@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Brahmantya Aji P.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

brahmantyaajip@telkomuniversity.ac.id

3rd Dien Rahmawati
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

dienrahmawati@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Electroencephalography atau sinyal EEG adalah salah satu biosignal yang marak menjadi topik penelitian saat ini. Sinyal EEG memiliki banyak manfaat seperti membantu difabel, pendeteksian epilepsi, gangguan tidur, atau input dalam aplikasi komputer. Input dalam aplikasi diperlukan klasifikasi dengan performansi yang memadai. Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan kita mengukur dan mengolah sinyal EEG. Jika sebelumnya, untuk mengukur sinyal EEG, diperlukan gelombang konduktif untuk membantu elektrode yang dipasang di kulit kepala kulit kepala. Hal ini cukup merepotkan baik subyek maupun dan objek pengukuran, sehingga metode tersebut perlu diperbaiki. Saat ini, telah dikembangkan suatu alat yang lebih praktis dalam pengukuran sinyal EEG ,salah satunya adalah Mindlink. Alat ini digunakan untuk mengukur sinyal EEG penggunaannya dan memiliki beberapa jenis data keluaran yang didapat ketika pengguna memikirkan atau berkonsentrasi pada suatu hal tertentu. Keluaran tersebut akan dijadikan sebagai parameter kendali robot. Data keluaran headset yang digunakan sebagai parameter gerak robot adalah eSense Attention dan Poor Signal Quality.

Penelitian ini menghasilkan tangan bionik dengan menggunakan arduino nano sebagai pengendalinya. Hasil dari Tugas Akhir ini adalah dapat mengendalikan lima buah servo dengan menggunakan kendali otak atau Electroencephalography yang diimplementasikan ke tangan bionik guna sebagai terapi pada pasien stroke. Hasil akurasi dari alat ini adalah 75%

Kata Kunci— Stroke, Mindlink, Attention, Electroencephalography (EEG)

Abstract— Electroencephalography or EEG signal is one of the biosignals that has become a topic of research today. EEG signals have many benefits such as assisting the disabled, detecting epilepsy, sleep disorders, or inputting in computer applications. The input in the application requires a classification with adequate performance. Current technological developments allow us to measure and process EEG signals. Previously, to measure the EEG signal, conductive waves were needed to assist electrodes placed on the scalp. This is quite inconvenient for both the subject and the object of measurement, so the method needs to be improved. Currently, a more practical tool for measuring EEG signals has been developed, one of which is Mindlink. This tool is used to measure the user's EEG signal and has several types of output data obtained when the user thinks or concentrates on a particular thing. The output will be used as a robot control parameter. The headset output data used as parameters for the robot's motion are eSense Attention and Poor Signal Quality.

This research produces a bionic hand using an Arduino nano as a controller. The result of this final project is to be able to control five servos using brain control or Electroencephalography which is implemented into bionic hands for therapy in stroke patients. The results of the accuracy of this tool is 75%

Keywords— Stroke, Mindlink, Attention, Electroencephalography (EEG)

I. PENDAHULUAN

Stroke didefinisikan sebagai gangguan suplai darah pada otak yang biasanya disebabkan karena pecahnya pembuluh darah atau sumbatan oleh gumpalan darah. Hal ini menyebabkan gangguan pasokan oksigen dan nutrisi di otak

sehingga terjadi kerusakan pada jaringan otak [18]. Stroke adalah suatu keadaan yang timbul karena terjadi gangguan peredaran darah di otak yang menyebabkan terjadinya kematian jaringan otak sehingga mengakibatkan seseorang menderita kelumpuhan atau kematian [19].

Latihan fisik merupakan salah satu program latihan yang bisa diberikan kepada pasien paska stroke untuk mendapatkan

kembali kekuatan otot pada ekstremitas mereka [25]. Untuk membantu pemulihan bagian lengan atau bagian ekstremitas atas diperlukan teknik untuk merangsang tangan seperti latihan spherical grip yang merupakan latihan fungsional tangan dengan cara menggenggam sebuah benda berbentuk bulat seperti bola pada telapak tangan. Penelitian [32] dalam [25] memperlihatkan bahwa peningkatan intensitas waktu terapi latihan, khususnya jika penambahannya minimal 16 jam dalam enam bulan pertama memiliki pengaruh yang kecil tapi bermakna pada kemampuan fungsional penderita stroke, terutama jika dilakukan lebih intensif dan lebih dini [25]. Tangan bionik digunakan kepada pasien stroke sebagai alternatif penyembuhan juga sebagai untuk mengurangi ketergantungan kepada fisioterapis.

Salah satu alat yang paling umum digunakan untuk memeriksa penyakit stroke adalah EEG atau Elektroensefalografi. EEG adalah metode pengamatan elektrofisiologis untuk merekam aktivitas listrik dari otak. Hal ini biasanya tidak invasif, dengan elektrode ditempatkan di sepanjang kulit kepala, meskipun invasif elektrode cukup sering digunakan dalam aplikasi tertentu. EEG mengukur fluktuasi tegangan yang dihasilkan dari arus ionik dalam neuron dari otak [7].

EEG akan menangkap sinyal berdasarkan klarifikasi sinyal tersebut dibaca dan diklasifikasikan jenis gelombangnya. Pada otak manusia terdapat beberapa macam gelombang yang dihasilkan oleh EEG yakni teta, delta, alfa, gamma, beta, gelombang delta ($0.5 < 4\text{Hz}$), gelombang theta ($4-8\text{ Hz}$), gelombang alpha ($8-13\text{ Hz}$), dan gelombang beta ($13-30\text{ Hz}$) [29].

Dalam penelitian ini, penulis ingin merancang dan membangun alat untuk membantu pasien stroke dengan cara aktivasi perangkat elektronik menggunakan gelombang sinyal EEG atau Elektroensefalografi guna membantu pasien dalam terapi penyembuhan penyakit.

Setelah alat ini dibuat harapannya dapat membantu para penyandang dalam permasalahan pergerakan organ tubuh.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan penting yang dikerjakan. tahapan-tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur. Dalam hal ini mempelajari materi materi yang berkaitan dengan *MindWave*, *microsleep*, *app development* serta *serial komunikasi bluetooth*. Sumber yang digunakan adalah jurnal, buku, dan beberapa *website* terpercaya
2. Konsultasi.
Konsultasi dilakukan dengan mendiskusikan permasalahan permasalahan yang dihadapi dalam menyusun tugas akhir ini kepada dosen pembimbing dan dosen lain.
3. Perancangan Model.

Pada proses ini dilakukan perancangan desain dan juga penetapan posisi komponen penyusun.

4. Implementasi. perancangan sistem mekanika sesuai dengan perancangan desain dan analisis yang telah dibuat sebelumnya.
5. Analisis Hasil
Analisa terhadap kinerja sistem dengan melakukan pengujian untuk bentuk, warna, dan sistem komunikasi sebagai pembuktian mengenai teoriteori dan juga kualitas dari sistem yang dirancang.
6. Penyusunan Laporan

Proses ini merupakan penyusunan laporan dan dokumentasi tentang perancangan sistem, pencapaian kinerja sistem serta kesimpulan dari hasil yang didapatkan.

A. Stroke

Stroke didefinisikan sebagai gangguan suplai darah pada otak yang biasanya disebabkan karena pecahnya pembuluh darah atau sumbatan oleh gumpalan darah. Hal ini menyebabkan gangguan pasokan oksigen dan nutrisi di otak sehingga terjadi kerusakan pada jaringan otak. Stroke adalah suatu keadaan yang timbul karena terjadi gangguan peredaran darah di otak yang menyebabkan terjadinya kematian jaringan otak sehingga mengakibatkan seseorang menderita kelumpuhan atau kematian [4]

Terapi penting dilakukan pada pasien stroke untuk meningkatkan kemampuan fisik yang melemah atau berkurang, untuk melatih kemampuan motorik salah satunya adalah dengan terapi menggenggam bola karet. Terdapat 3 gerakan yang akan dikendalikan pada tangan bionik untuk terapi yaitu ball grip, opposite, dan pinch. Tata cara penggunaan tiap gerakan dapat dilihat penelitian yang terkait [31] menghasilkan skor 90%.

B. Mindwave

Istilah Elektroencephalograph berasal dari padanan kata elektro yang berarti listrik, ensefalo (encephalo) yang berarti kepala dan graf (graph) yang berarti gambaran, dengan demikian Elektroencephalograph dapat diartikan sebagai alat yang dapat merekam aktivitas listrik pada otak melalui elektrode yang diletakkan pada kulit kepala. Hasil rekaman dari elektroencephalograph adalah berupa grafik gambaran aktivitas listrik otak yang biasa disebut dengan elektroencephalogram (EEG). Elektroensefalogram atau rekam otak adalah metode dalam neurofisiologi yang telah terbukti dapat diaplikasikan dalam ilmu kedokteran. Berbagai tipe dari ritme otak yang simultan menunjukkan bahwa aktivitas dari neuron korteks otak bergantung pada kondisi status mental seseorang [5]. EEG merupakan metode dari Brain Computer Interface (BCI) yang dapat mengolah data seluruh aktifitas otak dengan perambatan sinyal elektrik yang dihasilkan oleh aktivitas kelistrikan di otak [1].

EEG direkam dengan menggunakan elektrode-elektrode yang biasanya berupa keping Ag-AgCl berukuran 1-3 mm yang direkatkan pada kulit kepala dengan gelombang atau pasta khusus. [6].

C. Esense

Esense menyatakan kondisi mental pengguna Mindlink yang berhubungan dengan konsentrasi pikiran. Pada pengujian ini, sejumlah cara digunakan untuk meningkatkan nilai data ini yaitu dengan memfokuskan pikiran pada suatu hal, fokus pada hal yang disukai, melakukan perhitungan matematis, dan mendengarkan seseorang bicara dengan penuh perhatian [29][14]. Tingkat konsentrasi pikiran pengguna Mindlink dikatakan mulai meningkat apabila mencapai nilai eSense meter 60 – 80 dari jangkauan nilai pengukuran 0~100 [16].

eSense meter (tm) adalah cara untuk menunjukkan seberapa efektif pengguna melibatkan *attention* yang diambil dari sinyal beta dan *meditation* yang diambil dari sinyal delta. *Attention* eSense mengindikasikan seseorang sedang berada di level “focus” atau konsentrasi yang tinggi, sedangkan *meditation* eSense didapat saat seseorang sedang berada pada posisi *relax*. Kondisi *focus* dan *relax* dinilai berdasarkan kondisi mental seseorang dengan mengukur sinyal misalnya delta, alpha atau beta

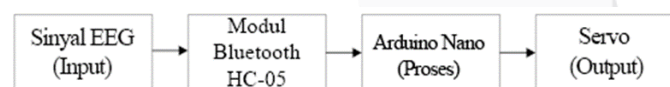
D. Akurasi data

Akurasi data adalah metode yang digunakan untuk memperoleh nilai ketepatan pengukuran. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai yang tepat. Berikut adalah persamaan dari akurasi data.

E. Perancangan Sistem

Secara umum pada penelitian ini sistem yang akan dirancang adalah alat Mindlink dapat berkomunikasi dengan arduino nano melalui bluetooth HC-05 lalu servo akan bergerak sesuai yang diperintahkan oleh kendali atau arduino nano dan bersamaan dengan dilakukannya pengumpulan data.

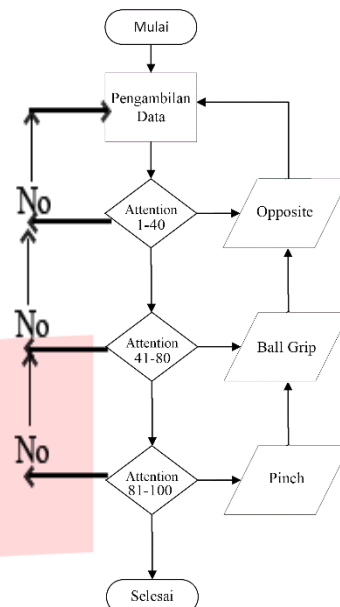
Pada tugas akhir ini penelitian difokuskan pada perancangan dan pembuatan tangan bionik yang mampu digerakan menggunakan Mindlink dengan melalui nilai attention



GAMBAR 1 Perancangan umum

Gambar 1 Tangan bionik didesain menggunakan 3D printing, dengan cara membuat bagian-bagian yang dibutuhkan seperti jari, telapak tangan, sendi, dan lain-lain. Desain yang telah selesai akan di cetak menggunakan 3D printer. Bagian-bagian yang telah dicetak akan disatukan menjadi suatu tangan bionik.

F. Flowchart



GAMBAR 2 Flowchart Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk melihat ketepatan gerak tangan bionik sesuai dengan input yang diberikan yaitu sinyal attention menggunakan EEG. ketepatan gerak tersebut diinterpretasikan dalam bentuk akurasi dari tiap pengujian skenario.

Sensor MindWave yang di kenakan dengan elektroda menempel pada kening akan menangkap sinyal bioelektrik yang dihasilkan oleh otak, selanjutnya akan di kirimkan ke bluetooth HC-05 yang di teruskan ke mikrokontroler untuk pengolahan sinyalnya. Jika sinyal yang diterima memenuhi parameter *attention* 0-40 maka tangan akan bergerak *opposition*, jika *attention* 41-80 maka tangan akan bergerak *ball grip*, dan *attention* 81-100 maka tangan akan bergerak *pinch*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengambilan data Ball Grip

Hasil dan Analisis :

• Responden pertama

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 70%

No	Responden 1	
	Attention	Ball Grip
1	48.08	TRUE
2	39.97	FALSE
3	37.94	FALSE
4	45.04	TRUE

5	75.46	TRUE
6	76.48	TRUE
7	83.58	TRUE
8	60.25	TRUE
9	57.21	TRUE
10	33.89	FALSE

Dari data diatas menunjukan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan ball grip

- Responden kedua

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 60%.

No	Responden 2	
	Attention	Ball Grip
1	72.42	TRUE
2	68.37	TRUE
3	61.27	TRUE
4	90.68	FALSE
5	20.70	FALSE
6	33.89	FALSE
7	69.38	TRUE
8	43.01	TRUE
9	72.42	TRUE
10	89.66	FALSE

Dari data diatas menunjukan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan ball grip

- Responden ketiga

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 60%

No	Responden 3	
	Attention	Ball Grip
1	63.30	TRUE
2	56.20	TRUE

3	10.56	FALSE
4	82.56	FALSE
5	32.87	FALSE
6	32.87	FALSE
7	59.24	TRUE
8	56.20	TRUE
9	46.06	TRUE
10	67.35	TRUE

Dari data diatas menunjukan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan ball grip.

B. Pengambilan data Opposition

Hasil dan Analisis

- Responden pertama

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 70%

No	Responden 1	
	Attention	Opposition
1	7.52	TRUE
2	14.62	TRUE
3	26.79	TRUE
4	27.80	TRUE
5	25.77	TRUE
6	56.20	FALSE
7	48.04	FALSE
8	61.27	FALSE
9	6.51	TRUE
10	37.94	TRUE

Dari data diatas menunjukan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan opposition

- Responden kedua

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 50%

No	Responden 2	
	Attention	Opposition
1	68.30	FALSE
2	37.94	TRUE
3	28.82	TRUE
4	33.89	TRUE
5	80.54	FALSE
6	63.30	FALSE
7	49.10	FALSE
8	15.63	TRUE
9	46.06	FALSE
10	1.44	TRUE

Dari data diatas menunjukkan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan opposition

- Responden ketiga

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 50%

No	Responden 3	
	Attention	Opposition
1	79.52	FALSE
2	60.25	FALSE
3	48.08	FALSE
4	45.04	FALSE
5	5.49	TRUE
6	56.20	FALSE
7	15.63	TRUE
8	22.73	TRUE
9	13.61	TRUE
10	34.90	TRUE

Dari data diatas menunjukkan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan opposition

C. Pengambilan data Pinch

Hasil dan Analisis

- Responden pertama

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 50%

No	Responden 1	
	Attention	Pinch
1	85.61	TRUE
2	18.68	FALSE
3	32.87	FALSE
4	74.45	FALSE
5	96.76	TRUE
6	99.80	TRUE
7	61.27	FALSE
8	72.42	FALSE
9	94.73	TRUE
10	80.54	TRUE

Dari data diatas menunjukkan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan pinch

- Responden kedua

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 30%

No	Responden 2	
	Attention	Pinch
1	63.30	FALSE
2	94.73	TRUE
3	95.75	TRUE
4	49.10	FALSE
5	40.99	FALSE
6	15.63	FALSE
7	46.06	FALSE
8	79.52	FALSE
9	82.56	TRUE
10	74.45	FALSE

Dari data diatas menunjukkan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan pinch

- Responden ketiga

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 40%

No	Responden 3	
	Attention	Pinch
1	7.52	FALSE
2	29.83	FALSE
3	32.87	FALSE
4	36.93	FALSE
5	36.93	FALSE
6	82.56	TRUE
7	50.11	FALSE
8	89.66	TRUE
9	81.55	TRUE
10	88.65	TRUE

Dari data diatas menunjukkan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan pinch

D. Pengambilan data sampel acak

Hasil dan Analisis

- Responden pertama

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 75%

No	Responden 1			
	Attention	Gerakan Yang Didapat	Gerakan Seharusnya	Hasil
1	45.04	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
2	5.49	Oppositio	Oppositio	TRUE
3	79.52	Ball Grip	Pinch	FALS
4	48.08	Ball Grip	Ball Grip	TRUE

5	7.52	Oppositio	Oppositio	TRUE
6	75.46	Ball Grip	Pinch	FALS
7	68.37	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
8	11.58	Oppositio	Oppositio	TRUE
9	84.59	Pinch	Pinch	TRUE
10	63.30	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
11	9.55	Oppositio	Oppositio	TRUE
12	45.04	Ball Grip	Pinch	FALS

Dari data diatas menunjukkan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan sampel acak.

- Responden kedua

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 66.67%

No	Responden 2			
	Attention	Gerakan Yang Didapat	Gerakan Seharusnya	Hasil
1	60.25	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
2	9.55	Opposition	Opposition	TRUE
3	73.44	Ball Grip	Pinch	FALSE
4	58.23	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
5	2.45	Opposition	Opposition	TRUE
6	90.68	Pinch	Pinch	TRUE
7	68.37	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
8	42.00	Ball Grip	Opposition	FALSE
9	91.69	Pinch	Pinch	TRUE
10	65.32	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
11	40.99	Ball Grip	Opposition	FALSE
12	77.49	Ball Grip	Pinch	FALSE

Dari data diatas menunjukkan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan

gerakan sampel acak.

• Responden ketiga

Analisis pengujian skenario 1 berfokus pada akurasi ketepatan gerak tangan bionik pada seluruh responden. Akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.4) menghasilkan akurasi sebesar 66.67%

Responden 3				
No	Attention	Gerakan Yang Didapat	Gerakan Seharusnya	Hasil
1	77.49	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
2	19.69	Opposition	Opposition	TRUE
3	97.77	Pinch	Pinch	TRUE
4	81.55	Pinch	Ball Grip	FALSE
5	68.37	Ball Grip	Opposition	FALSE
6	53.15	Ball Grip	Pinch	FALSE
7	4.48	Opposition	Ball Grip	FALSE
8	9.55	Opposition	Opposition	TRUE
9	98.79	Pinch	Pinch	TRUE
10	48.08	Ball Grip	Ball Grip	TRUE
11	10.56	Opposition	Opposition	TRUE
12	94.73	Pinch	Pinch	TRUE

Dari data diatas menunjukkan bahwa TRUE adalah ketika tangan bionik bergerak dengan gerakan ball grip, dan FALSE adalah ketika tangan bionik tidak bergerak sesuai dengan gerakan sampel acak.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis pada Tugas Akhir di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode kalibrasi pengolahan sinyal EEG yang digunakan pada penelitian ini adalah metode interpolasi.
2. Nilai threshold yang didapatkan menggunakan metode interpolasi dapat digunakan untuk menggerakkan tangan bionik.
3. Ketepatan akurasi gerakan tertinggi mencapai 75% pada skenario 4 yaitu sampel acak ball grip, opposition, dan pinch

A. Saran

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis pada Tugas Akhir ini terdapat kekurangan yang dapat dijadikan saran untuk pengembangan Tugas Akhir ini kedepannya.

Berikut saran daripenulis :

1. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan desain yang lebih menyerupai tangan manusia agar dapat melakukan lebih banyak gerakan lainnya
2. Karena kendali utama alat ini adalah konsesntasi untuk meningkatkan attention harus berlatih dalam meningkatkan fokus sehingga nilai attention tidak akan bergerak jauh dari nilai sebelumnya
3. Mencoba metode lain dengan menggunakan sinyal lain, seperti meditation, blink detection, maupun 8 gelombang sinyal untuk mengetahui mana yang paling optimal.

REFERENSI

- [1] Arnot, David. 2009. Pustaka kesehatan Populer Mengenai Berbagai Macam Penyakit infeksi, volume 9. Jakarta: PT Bhuana Ilmu Populer. p. 104.
- [2] Aviana, R., & Hidayah, F. F, "Pengaruh Tingkat Konsentrasi Belajar Siswa terhadap Daya Pemahaman pada Pembelajaran Kimia di SMA Negeri 2 Batang", Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang, 3(1), 30-33, 2015.
- [3] Bahill, A Terry, "Bioengineering, Biomedical, Medical and Clinical Engineering", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2019.
- [4] Batticaca Fransisca, C, "Asuhan Keperawatan pada Klien dengan Gangguan Sistem Persarafan", Jakarta : Salemba Medika, 2008.
- [5] Blocher, Richard, "Dasar Elektronika", Andi, Yogyakarta, 2004.
- [6] Brady, J.E dan Humiston., "General Chemistry Principle and Structure", 4th Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc, 1999.
- [7] E. Niedermeyer dan F. S d. Silva, "Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields," Lippicott Williams & Wilkins, 2004.
- [8] G. Rebolledo-Mendez, I. Dunwell, E. Martínez-Mirón, M. Vargas-Cerdán, S. De Freitas, F. Liarokapis, and A. García-Gaona, "Assessing Neurosky's usability to detect attention levels in an assessment exercise," Human- Computer Interaction. New Trends, pp. 149–158, 2009.
- [9] Halil, A., Yanis, A., Noer, M, "Pengaruh Kebisingan Lalulintas terhadap Konsentrasi Belajar Siswa SMP N Padang", Jurnal Kesehatan Andalas 4 (1) : 53 – 57, 2015.
- [10] Juan P. Giraldo, Markita P. Landry, Sean M. Faltermeier, dkk. 2014. Plant nanobionics approach to augment photosynthesis and biochemical sensing. Nature Materials.
- [11] Julianto, V, Dzulkaidah, R. P, Salsabila, S. N, "Pengaruh Mendengarkan Murratal Al Qu'ran Terhadap Peningkatan kemampuan Konsentrasi", Psymphatic, Jurnal Ilmiah Psikologi, Vol.1, No.2, Hal:120-129, 2014.
- [12] L. Lasmadi, "Attitude Estimation for Quadrotor Based On IMU With Kalman Filter," in SENATIK 2018, vol.

- IV, pp. 351–358, 2018.
- [13] Neurosky Inc, “Mindset Communication Protocol”, San Jose, California, 2010.
- [14] Neurosky Inc, “Mindwave Mobile User Guide”, San Jose, California, 2009.
- [15] Neurosky Inc, “Quick Start Guide”, San Jose, California, 2009.
- [16] Neurosky Inc, “Neurosky’s eSense™ Meters and Detection of Mental State”, San Jose, California, 2009.
- [17] Neurosky White Papers, “Brainwave EEG Signal,” Dec-2009.
- [18] Prok W, Gessal J, Angliadi L.S. (2016). Pengaruh Latihan Gerak Aktif Menggenggam Bola Pada Pasien Stroke Diukur Dengan Handgrip Dynamometer di Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R.D Kandaou Manado 2016, e-Clinic (Eci), 4, 71-75.
- [19] Rancang Bangun Penstabil Tegangan pada Pembangkit Termoelektrik Skala Pico Berbasis Boost Converter Ailin Rohmatul Fajria*1, Budhi Priyanto2, Ilham Pakaya3, Zulfatman4 Universitas Muhammadiyah Malang.
- [20] Rivai Harrizul, “Process Design EO/EG Plant II”, PT. Yasa Ganesha Pura. Merak. Indonesia. Asas Pemeriksaan Kimia. Universitas Indonesia (UI Press), 1995.
- [21] Roohi-Azizi, M. et al, “Changes of the brain’s bioelectrical activity in cognition, consciousness, and some mental disorders”, Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 2017.
- [22] Simanjuntak, Matur, “Rancang Bangun Teknologi Pemurni Air Menggunakan Arduino”, 2012.
- [23] Slameto, “Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya”, Jakarta: PT Rineka Cipta, 2013.
- [24] Soebhakti Hendrawan. 2007. Basic Avr Microcontroller Tutorial ATMega 8535. Batam : Politeknik Batam.
- [25] Sulistyowati, Rinidan Febriyantoro Dedi Dwi, “Perancangan Prototype System Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler”, Jurnal IPTEK Vol. 16 No 1 ASD, 2012.
- [26] STUDI DAN UJI COBA TEKNOLOGI BLUETOOTH SEBAGAI ALTERNATIF KOMUNIKASI DATA NIRKABEL Yulia Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra e-mail: yulia@petra.ac.id
- [27] Svehla, G, “Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro”, Edisi kelima, Bagian I, Kalman Media Pusaka, Jakarta, 1985.
- [28] Triwibowo, Cecep. 2015. Pengantar Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat. Nuha Medika: Yogyakarta.
- [29] W. Anna, “Awakening the Mind”, 2009.
- [30] https://www.who.int/nmh/publications/essential_ncd_interventions_lr_settings.pdf
- [31] Sadun, Amirul Syafiq. "Preliminary Findings on EEG-Controlled Prosthetic Hand for Stroke Patients Based on Motor Control." Control, Instrumentation and Mechatronics: Theory and Practice 921 (2022): 105.
- Kwakkel, Gert & Kollen, Boudewijn & Twisk, Jos. (2006). Impact of Time on Improvement of Outcome After Stroke. Stroke; a journal of cerebral circulation. 37. 2348-53. 10.1161/01.STR.0000238594.91938.1e.