

Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation

Firman Firjatullah*¹, Muhammad Irfan²

¹Program Studi Teknologi Elektro-medis Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

²Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Gamping, Yogyakarta, Indonesia

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/12228>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v3i1.12228>

Data Artikel:

Diterima:

07 Juli 2021

Direview:

30 Agustus 2021

Direvisi :

30 September 2021

Disetujui :

07 Oktober 2021

Korespondensi:

firman.f.vok17@mail.umy.ac.id

ABSTRAK

Cranial Electrotherapy Stimulator merupakan alat kedokteran yang berfungsi untuk terapi. Alat ini bekerja dengan cara memberikan arus listrik melalui kepala pasien untuk mengobati insomnia, depresi dan ansietas (*anxiety*) melalui elektroda yang dipasang pada daun telinga (*earlobes*) dengan menggunakan arus listrik yang sangat rendah. Adanya sifat arus kelistrikan pada tubuh manusia memungkinkan kita dapat memberikan rangsangan ke dalam tubuh manusia secara langsung. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan *Prototype Cranial Electrotherapy Stimulation* yang diharapkan dapat mengatasi penyakit depresi, insomnia dan ansietas. *Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation* menggunakan elektroda *earclip* sebagai media output terapi dan OLED 96 inch sebagai display timer dan menu. Rangkaian utama *Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation* terdiri dari rangkaian minimum sistem ATmega328P, rangkaian pembangkit frekuensi, dan rangkaian *battery level*. Pada pengujian frekuensi *output* didapatkan hasil rata-rata nilai frekuensi sebesar 0,5021 Hz dengan persentase *error* sebesar 0,42 %. Pada pengujian arus didapatkan *range* rata-rata sebesar 68,15 μ A-744,9 μ A dengan rata-rata arus titik *default* sebesar 100,2 μ A. Pada pengujian lain seperti pengujian spesifikasi gelombang dan kepresisian *timer* diketahui jenis gelombang berupa gelombang kotak dengan tinggi gelombang 9 Vp dan durasi positif 400 ms - 500 ms, timer pada alat pun sangat presisi karena tidak memiliki nilai *error* lebih dari 1 detik.

Kata Kunci: *Anxiety, ATmega328P, Cranial Electrotherapy Stimulation, Depresi, dan Insomnia*

ABSTRACT

Cranial electrotherapy stimulator is a medical device that functions for therapy by providing an electric current through the patient's head to treat insomnia, depression and anxiety through electrodes mounted on the earlobe (earlobes) using very low electric currents. The electrical current system in the human body allows us to provide stimulation into the human body directly. Prototype Of Cranial Electrotherapy Stimulation using earclip electrodes as the output media of therapy and 96 inch OLED as a display timer and menu. The main circuit of Prototype Cranial Electrotherapy Stimulation consists of a minimum systems ATmega328P, frequency generators, and battery level. In the output frequency test, the average frequency value was 0.5021 Hz with an error percentage of 0.42%. In the current test, it was obtained an average range of 68.15 μ A-744.9 μ A with an average default point current of 100.2 μ A. In other tests such as testing of wave specifications and timer precision, it is known that the type of wave is a square wave with a wave height of 9Vp and a positive duration of 400 ms -500 ms, the timer on the tool is very precise because it does not have an error value of more than 1 second.

Keywords: *Anxiety, ATmega328P, Cranial Electrotherapy Stimulation, Depression and Insomnia*

1. PENDAHULUAN

Pada jaman sekarang stres dan depresi bisa menimpa siapa saja. Hal tersebut disebabkan karena tekanan yang dialami oleh manusia baik itu tekanan ekonomi, sosial maupun lingkungan semakin meningkat di era modern ini. Tak hanya orang dewasa, masalah kesehatan mental juga semakin banyak dialami oleh remaja bahkan anak-anak. Dari hal ini tidak sedikit dari mereka mengalami gejala-gejala penyakit seperti insomnia, depresi, dan ansietas yang pada akhirnya bisa

membuat manusia itu sendiri tidak mampu mempertahankan kesehatan bahkan kehidupannya. Menurut data, diperkirakan sekitar 300 juta orang mengidap depresi di seluruh dunia. Bahkan, World Health Organization (WHO) memperkirakan setiap 40 detik terjadi kasus bunuh diri di seluruh dunia yang diakibatkan oleh depresi. Ketua Perhimpunan Dokter Spesialis Kedokteran Jiwa Indonesia (PDSKJI), dr. Eka Viora, Sp.KJ, mengatakan di Indonesia terdapat sekitar 15,6 juta penduduk yang mengalami depresi. Sayangnya hanya 8 persen yang mencari pengobatan ke profesional. Untuk itu sesuai dengan pesatnya perkembangan teknologi dewasa ini, turut memacu perkembangan teknologi di bidang kesehatan yang efektif dan efisien [1]-[2]. Salah satu peralatan kesehatan tersebut yang digunakan dibagian physiotherapy yaitu *Cranial Electrotherapy Stimulation* yang biasanya terdapat pada Rumah Sakit yang memberikan pelayanan di bagian neurology dan psikiatri [3].

Dalam bidang neurology dan psikiatri, *Cranial Electrotherapy Stimulation* digunakan untuk *therapy* dalam mengobati penyakit insomnia, depresi, maupun kecemasan dengan cara memberikan arus listrik ke kepala pasien melalui elektroda yang dipasang pada daun telinga dengan arus yang sangat rendah, biasanya tidak lebih dari 1 mA dan dengan frekuensi 0,5 [4]. Alat *Cranial Electrotherapy Stimulation* ini juga biasa digunakan oleh dokter untuk memberikan rasa nyaman kepada pasien saat dilakukan pemeriksaan atau pengobatan [5].

Sebelum terciptanya *Cranial Electrotherapy Stimulation* banyak orang mengambil keputusan untuk mengatasi penyakit insomnia, depresi maupun kecemasan atau ansietas dengan obat-obat penenang dan obat tidur [5]. Tapi karena obat-obat penenang dan obat tidur menyebabkan ketergantungan maka dirancang *Cranial Electrotherapy Stimulation* dengan system digital yang hanya dapat digunakan dengan bantuan operator atau dokter. Kemudian dikembangkan kembali *Cranial Electrotherapy Stimulation* dengan *system* mikrokontroler yang lebih efektif dan efisien sehingga alat ini juga dapat dimiliki oleh pasien tanpa bantuan operator [6],[7].

Dari hasil pemaparan diatas, akan dirancang “Prototipe *Cranial Electrotherapy Stimulation*” dimana modul ini dapat digunakan sebagai gambaran dan pengembangan awal alat terapi yang efektif dan efisien mengatasi insomnia, depresi dan ansietas secara optimal dan tanpa efek samping.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat

Tabel 1 menunjukkan alat yang akan digunakan ketika melakukan perancangan Prototipe *Cranial Electrotherapy Stimulation*.

Tabel 1. Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop	1
2	<i>Tool Set</i>	1
3	Solder	1
4	Kabel Data	1
5	Osiloskop	1
6	Bor	1
7	Multimeter	1

2.2. Bahan

Tabel 2 menunjukkan bahan yang akan digunakan ketika melakukan perancangan Prototipe *Cranial Electrotherapy Stimulation*.

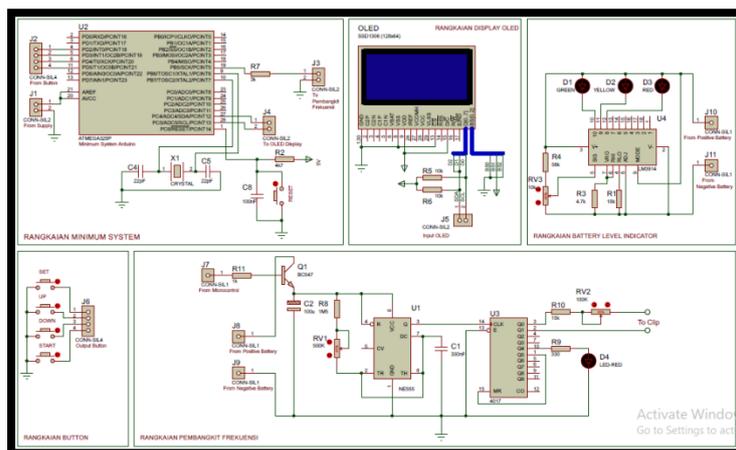
Firjatullah, Irfan
 Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation

Tabel 2. Bahan

No	Nama Alat	Jumlah
1	PCB (<i>Printed Circuit Board</i>)	Seperlunya
2	IC <i>ATMega328</i>	1
3	<i>Minimum System</i>	1
4	IC NE555	1
5	IC 7015	1
6	IC LM 3914	1
7	LED	5
8	Push Button	5
9	Elektroda Ear Clip	2
10	Baterai 9 Volt	1
11	<i>Charger</i>	1
12	<i>Jumper Male/Female</i>	Seperlunya
13	Timah	Seperlunya
14	OLED	1
15	Board Akrilik	Seperlunya
16	Jack DC Male	1
17	Jack DC Female	1
18	Connector Micro to Type C	1
19	Stiker	Seperlunya
20	Spacer 1 cm	4
21	Lem Lilin	Seperlunya
22	Komponen Elektronika lain	Seperlunya

2.3. Rangkaian Keseluruhan

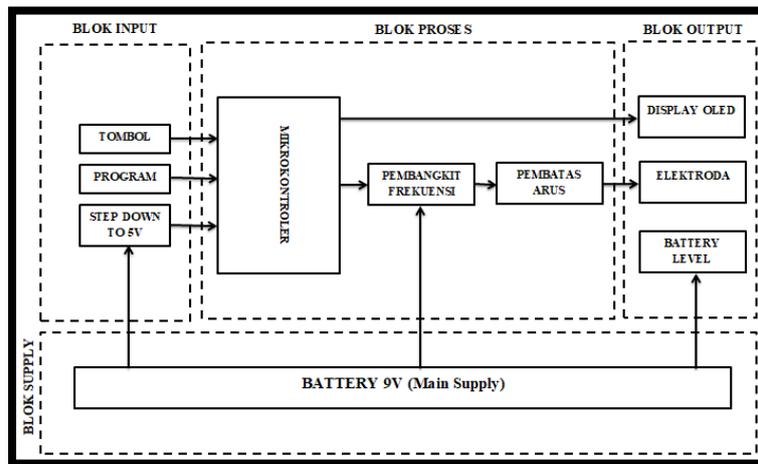
Perancangan Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation dilakukan dengan tahap desain rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada gambar dapat dilihat bahwa rangkaian keseluruhan terdiri atas rangkaian minimum sistem, rangkaian display OLED sebagai penampil pada layar, rangkaian indikator level baterai, rangkaian *push button* dan rangkaian pembangkit frekuensi.



Gambar 1. Skematik Rangkaian Keseluruhan

Firjatullah, Irfan
 Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation

Perancangan diagram blok Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation dilakukan dengan tahap desain diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pada gambar dapat dilihat bahwa rangkaian keseluruhan terdiri atas mikrokontroler, display OLED sebagai penampil pada layar, indikator level baterai, *push button* dan pembangkit frekuensi.



Gambar 2. Diagram Blok

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Frekuensi Output

Hasil dari pengujian nilai frekuensi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Tabel Pengujian Nilai Frekuensi Output

Pengujian Ke-	Ketetapan Standar Nilai Frekuensi <i>Output</i>	Nilai Frekuensi yang Terukur
1	0,5 Hz[4][7][8][9]	0,5016 Hz
2		0,5034 Hz
3		0,5017 Hz
4		0,5027 Hz
5		0,503 Hz
6		0,5015 Hz
7		0,5036 Hz
8		0,501 Hz
9		0,5012 Hz
10		0,5013 Hz
Nilai Rata-Rata		0,5021 Hz
Simpangan		0,0021 Hz
Persentase Error		+ 0,42%
Persentase Akurasi		99,58%

Berdasarkan hasil pada Tabel 3 dapat dianalisa bahwa pada pengukuran frekuensi sebanyak 10 kali didapatkan hasil rata-rata sebesar 0,5021 Hz sehingga dapat dihitung nilai simpangan antara nilai standar dan nilai terukur sebesar 0,0021 Hz dengan persentase *error* sebesar +0,42 %. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa alat *Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation* yang dibuat memiliki *error* kurang dari 5 % dan memiliki akurasi sebesar 99,58 %. Faktor yang memungkinkan menyebabkan nilai *error* adalah ketidakstabilan rangkaian dan kondisi spesifikasi dari setiap komponen elektronika yang digunakan pada *board* rangkaian.

3.2. Pengujian Arus Output

Hasil dari pengujian nilai arus dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Tabel Pengujian Arus Output

No	Ketetapan Standar Nilai Arus Output	Nilai Arus yang Terukur (μA)					
		Batas Bawah		Batas Atas		Default	
		Tanpa Beban	Dengan Beban	Tanpa Beban	Dengan Beban	Tanpa Beban	Dengan Beban
1	68 μA - 740 μA (Range Arus) 100 μA (Nilai Default)[10] Ketentuan Lain : Tidak lebih dari 1mA[7][8][9]	68,3	67,21	743,8	669,7	100,1	95,2
2		68,2	67,28	743,8	667,8	99,3	94,77
3		68,3	67,15	743,7	672,8	101	94,8
4		68,1	67,29	746,3	665,5	99,1	94,6
5		67,9	67	745,2	664,8	100,6	96,7
6		68,1	67,35	745,5	666,6	99,24	96,3
7		67,9	67,22	744,3	669,8	98,7	96,7
8		68,2	67,31	744,8	672,2	101,9	96,2
9		68,2	67,14	745,7	674,5	100,5	96,03
10		68,3	67,2	745,9	660,8	101,6	94,7
Nilai Rata-Rata		68,15	67,21	744,9	668,45	100,2	95,6
Simpangan		0,15	-0,78	4,9	-71,55	0,2	-4,4
Error		0,22%	1,14%	0,66%	9,6%	0,2%	4,4%

Berdasarkan hasil pada Tabel 4 dapat dianalisa bahwa pada pengukuran arus sebanyak 10 kali pada kondisi tanpa beban didapatkan hasil rata-rata sebesar 68,16 μA (nilai *error* : 0,22%) untuk batas bawah, 744,9 μA (nilai *error*: 0,66%) untuk batas atas dan 100,2 μA (nilai *error*:0,2%) untuk titik *default*, dari data tersebut dapat dikatakan bahwa nilai arus yang terukur sudah sesuai dimana *range* tersebut masih masuk ke dalam *range* arus alat asli dengan merk Alpha-Stim. Sedangkan pada kondisi diberikan beban (beban: 1000 ohm) didapatkan nilai rata-rata arus sebesar 67,21 μA (nilai *error* : 1,14%) untuk batas bawah, 668,45 μA (nilai *error*: 9,6 %) untuk batas atas dan 96,6 μA (nilai *error*:4,4%) untuk titik *default*. Selain itu nilai batas atas arus tidak melebihi 1 mA yang mana hal tersebut sesuai dengan teori dasar dan beberapa jurnal terdahulu.

3.3. Pengujian Kepresisian Timer

Hasil dari pengujian kepresisian *timer* dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Tabel Pengujian Kepresisian Timer

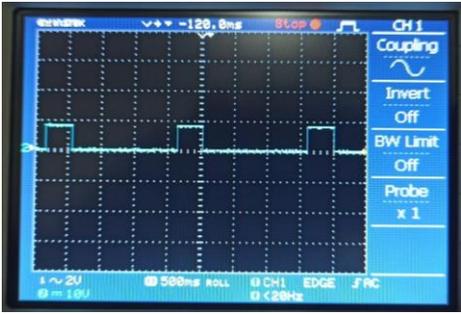
Nilai Setting	Nilai Sebenarnya (dalam menit dan detik)	Simpangan	Toleransi Simpangan	Keterangan
5 Menit	05 : 00	-	1 Menit	Laik
10 Menit	09 : 59	1 Detik		Laik
15 Menit	14 : 59	1 Detik		Laik
20 Menit	20 : 00	-		Laik
25 Menit	24 : 59	1 Detik		Laik
30 Menit	29 : 59	1 Detik		Laik
35 Menit	34 : 59	1 Detik		Laik
40 Menit	39 : 59	1 Detik		Laik
45 Menit	40 : 00	1 Detik		Laik

Berdasarkan Tabel 5 ditunjukkan bahwa simpangan yang terjadi pada timer rata-rata sebesar 1 detik, sehingga dapat disimpulkan bahwa timer berjalan dengan sangat presisi.

3.4. Pengujian Nilai Tegangan atau Tinggi Gelombang Output

Hasil dari pengujian nilai tegangan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Tabel Pengujian Tegangan dan Tinggi Gelombang Output

Nilai Standar Tegangan & Tinggi Gelombang Output	Gelombang yang Dihasilkan	Tegangan & Tinggi Gelombang Terukur Oleh Multimeter & Osiloskop
9 Volt / 9 VP[8]		8,9 Volt & 10 Vp
	Nilai Simpangan	0.1Volt & 1 Vp
	Persentase Error	-1,1% & +11,1 %
	Persentase Akurasi	98,9% & 88,9 %

Berdasarkan hasil pada Tabel 6 dapat dianalisa bahwa pada pengukuran tegangan *output* atau tinggi gelombang *output* didapat hasil terbaca oleh multimeter dan osiloskop sebesar 8,9 Volt dan 10 Vp, sehingga nilai terbaca memiliki selisih atau nilai simpangan sebesar 0,1 Volt (*error*: -1,1%) untuk pembacaan tegangan dan 1 Vp (*error*: +11,1 %) untuk pembacaan tinggi gelombang dari nilai standar yang penulis ambil dari sebuah jurnal yaitu sebesar 9 Volt / 9 Vp. Meski tegangan dan tinggi gelombang secara kasar tidak terlalu berperan penting dalam aspek terapi karena selagi ada efek kejutan yang terasa oleh pasien maka tegangan yang digunakan bisa dikatakan cukup dan bisa digunakan. Meski begitu, pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa ada kemungkinan terjadi kesalahan pada alat ukur multimeter atau osiloskop dimana seharusnya nilai yang terbaca oleh multimeter dan osiloskop memberikan nilai yang sama yaitu sebesar 9 Volt/9VP. Kesalahan ini juga dapat dikarenakan kesalahan pembacaan nilai oleh penulis karena nilai tegangan yang ditampilkan pada multimeter tidak tetap (naik-turun) karena bentuk gelombang *output* yang *flip-flop*.

3.5. Membaca dan Membandingkan Bentuk Gelombang Output

Hasil dari pembacaan bentuk gelombang dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Tabel Hasil Pembacaan Bentuk Gelombang Output

Gambar Gelombang Output		
		
Jenis Gelombang	Durasi	Frekuensi
DC putus-putus (<i>Rectangular</i>) / <i>monophasic pulse</i>	400-500 ms	0,5 Hz

Berdasarkan Tabel 7 diatas dapat dianalisis bahwa gelombang *output* alat *Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation* sudah memenuhi syarat untuk dapat melakukan stimulasi dimana syarat-syarat gelombang listrik untuk melakukan stimulasi atau memberikan kontraksi diantaranya: Intensitas arus tidak menetap (modifikasi intensitas) dengan durasi bernilai antara 0,01 ms - 1000 ms (modifikasi durasi) dan adanya modifikasi frekuensi [7]. Jenis gelombang *output* alat *Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation* pun sudah termasuk ke kelompok gelombang yang dapat menstimulasi atau merangsang saraf sensorik dan saraf motorik yaitu jenis gelombang interputus kotak atau *monophasic pulse rectangular*.

3.6. Pengambilan Data dari Pengguna

Data yang diambil dari pengalaman pengguna dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Tabel Pengalaman Pengguna

No	Nama	NIM	Durasi	Pengalaman Pengguna Per Batas Arus		
				Batas Bawah	Default	Batas Atas
1	Firman Firjatullah	20173010051	1 Menit	Denyutan ringan disekitar elektroda	Denyutan menguat dengan sensasi kesemutan yang menyenangkan	Denyutan terasa sangat kuat dengan sensasi menusuk di sekitar elektroda
2	Muhamma d Tri Cahyo	20173010048	1 Menit	Denyutan tidak terasa	Denyutan ringan terasa dengan sensasi kesemutan yang menyenangkan	Denyutan terasa lebih kuat di sekitar elektroda
3.	Ade Imam Dermawan	20173010039	1 Menit	Denyutan terasa sangat lemah di salah satu elektroda	Denyutan ringan terasa dengan sensasi kesemutan yang menyenangkan	Denyutan terasa lebih kuat di sekitar elektroda
4.	Ilham	20173010020	1 Menit	Denyutan tidak terasa	Denyutan terasa sangat lemah	Denyutan terasa lebih kuat dengan sensasi kesemutan di sekitar elektroda

Dari keempat pengguna dapat dilihat bahwa efek yang dirasakan pengguna pada menit pertama sama dengan pemaparan pengalaman menit pertama pengguna alat *Cranial Electrotherapy Stimulator* yang asli atau yang beredar dipasaran, dimana dirasakannya denyutan dara perasaan *tingling* disekitar elektroda dan tidak dirasakannya efek samping seperti sakit kepala, vertigo dan iritasi kulit. Karena setiap manusia memiliki resistansi yang berbeda-beda yang mana resistansi tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kelembapan kulit, usia dan jenis kulit, hal itu menyebabkan antar pengguna merasakan kekuatan denyutan yang berbeda di setiap tingkatan arusnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- a. Alat *Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation* dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan beberapa parameter pengujian dan pengambilan data yang terdiri dari pengujian nilai frekuensi *output*, nilai arus *output*, nilai tegangan dan tinggi gelombang *output*, perbandingan bentuk gelombang, kepresisian *timer*, dan pengujian untuk mendeteksi adanya stimulasi denyutan kepada manusia.
- b. Pada pengujian nilai frekuensi *output* didapatkan hasil rata-rata sebesar 0,5021 Hz sehingga dengan selisih sebesar 0,0021 Hz dan persentase *error* sebesar +0,42 %. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa alat *Prototipe Cranial Electrotherapy Stimulation*

- yang penulis buat lolos dalam pengujian frekuensi karena persentase error yang kurang dari 5 % dan memiliki persentase akurasi yang besar yaitu sebesar 99,58 %.
- c. Pada pengujian nilai arus *output* yang dilakukan dengan pengambilan data sebanyak 10x didapatkan hasil rata-rata sebesar 68,16 μA (nilai *error* : 0,22 %) untuk batas bawah, 744,9 μA (nilai *error*: 0,66 %) untuk batas atas dan 100,2 μA (nilai *error*:0,2 %) untuk titik *default*, dari data tersebut dapat dikatakan bahwa nilai arus yang terukur sudah sesuai dimana *range* tersebut masih masuk kedalam *range* arus alat asli dengan merk Alpha-Stim. Sedangkan pada kondisi diberikan beban (beban: 1000 ohm) didapatkan nilai rata-rata arus sebesar 67,21 μA (nilai *error* : 1,14 %) untuk batas bawah, 668,45 μA (nilai *error*: 9,6 %) untuk batas atas dan 96,6 μA (nilai *error*:4,4 %) untuk titik *default*. Selain itu nilai batas atas arus tidak melebihi 1 mA yang mana hal tersebut sesuai dengan teori dasar dan beberapa jurnal terdahulu.
 - d. Pada pengujian timer didapatkan nilai selisih rata-rata hanya sebesar 1 detik, sehingga dapat disimpulkan bahwa timer berjalan dengan presisi.
 - e. Pada pengujian tegangan dan tinggi gelombang *output* didapat hasil terbaca oleh multimeter dan osiloskop sebesar 8,9 Volt dan 10 VP, sehingga nilai terbaca memiliki selisih atau nilai simpangan sebesar 0,1 Volt (*error*: -1,1 %) untuk pembacaan tegangan dan 1 VP (*error*: +11,1 %). Nilai *error* kemungkinan terjadi karena kesalahan pada alat ukur multimeter atau osiloskop dimana seharusnya nilai yang terbaca oleh multimeter dan osiloskop memberikan nilai yang sama yaitu sebesar 9 Volt/9VP. Kesalahan ini juga dapat dikarenakan kesalahan pembacaan nilai oleh penulis karena nilai tegangan yang ditampilkan pada multimeter tidak tetap (naik-turun) karena bentuk gelombang *output* yang *flip-flop*.
 - f. Pada pengujian jenis dan spesifikasi gelombang *output* didapat jenis gelombang berupa DC putus-putus (*Rectangular*) / *monophasic pulse* dengan durasi positif 400-500 ms dan frekuensi 0,5 Hz. Semua spesifikasi tersebut sudah memenuhi syarat agar dapat memberikan stimulasi.
 - g. Pada pengujian efek “menit pertama” yang dilakukan pada 4 orang didapat hasil empat orang tersebut dapat merasakan efek seperti denyutan dan perasaan *tingling* disekitar elektroda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. W. Ningsih, H. R. Fajrin, and A. Fitriyah, “Pendeteksi Hemoglobin Non Invasive,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/mt.010102.
- [2] E. Loniza and I. Syabani, “Portable Turbidimeter Dilengkapi Penyimpanan Data Berbasis Arduino,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/mt.010103.
- [3] N. H. Wijaya, B. Untara, and I. Khoirunnisa, “Monitoring Tekanan Gas Medis Pada Instalasi Gas Medis Rumah Sakit,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 2–7, 2019, doi: 10.18196/mt.010104.
- [4] A. Bystritsky, L. Kerwin, and J. Feusner, “A pilot study of cranial electrotherapy for GAD,” *J. Clin. Psychiatry*, vol. 69, no. 3, pp. 412–417, 2008.
- [5] E. Loniza, H. Habiburrahman, and S. Ariwibowo, “Prototipe Injeksi Insulin Pump Dengan Control Panel Arduino Uno,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2020, doi: 10.18196/mt.010206.
- [6] M. Safitri, W. D. Iswara, and T. Harjono, “Blood Bag Shaker Dilengkapi Pemilihan Kecepatan Motor,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010208.
- [7] SUCI RAHMADYA, “Cranial Electrotherapy Stimulation,” Poltekes Kemenkes Jakarta, 2008.
- [8] M. F. Gilula and D. L. Kirsch, “Cranial electrotherapy stimulation review: A safer alternative to psychopharmaceuticals in the treatment of depression,” *J. Neurother.*, vol. 9, no. 2, pp. 7–26, 2005, doi: 10.1300/J184v09n02_02.

- [9] A. Datta, J. P. Dmochowski, B. Guleyupoglu, M. Bikson, and F. Fregni, “Cranial electrotherapy stimulation and transcranial pulsed current stimulation: A computer based high-resolution modeling study,” *Neuroimage*, vol. 65, pp. 280–287, 2013, doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.09.062.
- [10] L. E. T. Nothing and S. You, *cranial electrotherapy stimulator Owner ' S Manual*. 2201 Garrett Morris Parkway, USA: Electromedical Products International, Inc, 2017.