

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMANTAU GELOMBANG OTAK YANG TERHUBUNG BLUETOOTH

FAISAL AULIA GHANI^{1,*}, ANDRI ABDURROCHMAN²

¹Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor 45363, Sumedang, Jawa Barat

²Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor 45363, Sumedang, Jawa Barat

*Corresponding author

Email: faisal20001@mail.unpad.ac.id

Diserahkan : 02/04/2024

Diterima : 04/05/2024

Dipublikasikan : 06/08/2024

Abstrak. Penelitian ini mengembangkan perangkat pemantau gelombang otak untuk memantau kondisi hipnosis pada pasien dengan ansietas dental. Perangkat ini menggunakan metode *Electroencephalograph* (EEG) *montase unipolar* dengan tiga elektroda pada daerah parietal dan telinga. Pengolahan sinyal meliputi rangkaian proteksi, rangkaian penguat, rangkaian tapis analog, tapis digital, menggunakan mikrokontroler ESP32, indikator LED serta transmisi data via *bluetooth* ke aplikasi telepon pintar digunakan untuk menampilkan hasil pengolahan sinyal, termasuk frekuensi dominan dan status hipnosis pasien. Hasil pengujian menunjukkan perangkat mampu meredam sinyal dengan frekuensi dibawah 1 Hz dan diatas 30 Hz, serta menguatkan sinyal sesuai spesifikasi, perangkat berhasil menampilkan data frekuensi yang akurat pada aplikasi telepon pintar.

Kata kunci: EEG, Hipnosis Dental, Kecemasan Gigi, Pengolahan Sinyal, Pemantauan Otak

Abstract. This study developed a brain wave monitoring device to monitor hypnosis conditions in patients with dental anxiety. The device uses the *Electroencephalograph* (EEG) unipolar montage method with three electrodes on the parietal region and the ear. Signal processing includes protection circuits, amplifier circuits, analog filters, digital filters, using an ESP32 microcontroller, LED indicators, and data transmission via Bluetooth to a smartphone application used to display the processed signal results, including the dominant frequency and the patient's hypnosis status. Test results show that the device can attenuate signals with frequencies below 1 Hz and above 30 Hz, as well as amplify signals according to specifications. The device successfully displays accurate frequency data on the smartphone application.

Keywords: EEG, Dental Hypnosis, Dental Anxiety, Signal Processing, Brain Monitoring

1. Pendahuluan

Kualitas hidup seseorang dapat terganggu karena kecemasan gigi atau ansietas dental, dan pasien yang mengalami ansietas dental juga takut mengunjungi dokter gigi [1]. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi ansietas dental adalah dengan hipnosis atau dental hipnosis [2]. Pasien menjadi lebih tenang ketika dokter gigi melakukan hipnosis, yang menawarkan keadaan santai tanpa obat [3]. Masalah yang muncul adalah pada dasarnya tingkat hipnotisabilitas tiap orang berbeda tergantung dari

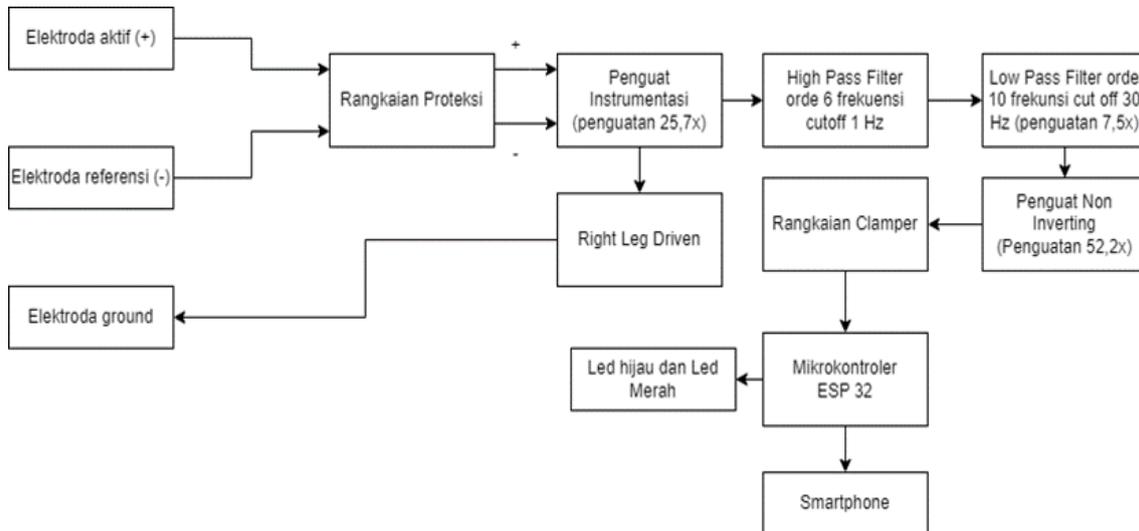
kualitas tidur dan tingkat depresi tiap orang, sehingga diperlukan suatu perangkat untuk mengetahui apakah seseorang itu sudah terhipnosis atau belum.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari perangkat sebelumnya yang bernama *Dental Hypnosis Monitoring Device* (DHMD). Perangkat tersebut merupakan alat yang digunakan untuk memantau kondisi kesadaran pasien saat diberi pengaruh hipnosis [4]. Perbedaan antara perangkat ini dengan sebelumnya terletak pada berbagai aspek, antara lain untuk pengolahan sinyal analog pada perangkat sebelumnya menggunakan *band pass filter* (BPF) yang meloloskan sinyal frekuensi 4 Hz sampai 12 Hz, penguat diferensial, dan masih menggunakan mikrokontroler arduino uno, sementara pada penelitian ini perangkat dikembangkan dari mulai terdapat rangkaian proteksi untuk melakukan pemotongan jika terdapat lonjakan tegangan, penguat instrumentasi yang terhubung dengan RLD untuk menghilangkan sinyal common mode, rangkaian tapis lolos tinggi dan tapis lolos rendah yang memiliki orde tinggi sehingga dapat melakukan peredaman kebisingan dengan efektif, penguat non inverting, rangkaian clamper yang dapat menaikkan level tegangan negatif sehingga keseluruhan sinyal dapat dibaca oleh mikrokontroler, serta menggunakan mikrokontroler ESP32 yang spesifikasinya lebih unggul dari arduino uno. Lalu dari aspek pengolahan sinyal digital pada perangkat ini sudah menggunakan tapis digital lolos rendah dan tapis digital lolos tinggi sedangkan pada perangkat sebelumnya tidak menggunakannya. Pada perangkat sebelumnya hanya lampu LED yang digunakan untuk mengindikasikan kondisi pasien yang terhipnosis atau belum sedangkan pada penelitian ini disamping terdapat lampu LED sebagai indikasi terhipnosis atau belum, juga hasil dari pengolahan sinyal analog dan pengolahan sinyal digital akan di kirimkan melalui bluetooth ke aplikasi pemantau gelombang otak yang ada di telepon pintar dengan tampilan terdapat indikasi tulisan seseorang sudah terhipnosis atau belum, terdapat nilai frekuensi dominan, terdapat stimulus audio yang akan membantu dalam proses hipnosis, dan terdapat grafik gelombang otak hasil sadapan. Perangkat pada penelitian ini juga memiliki ukuran yang lebih kecil dari perangkat sebelumnya yang menjadi keunggulan mudah dibawa.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode *Electroencephalograf* atau EEG montase unipolar. Prinsip kerjanya adalah dengan menempatkan sebanyak tiga buah elektroda yakni elektroda aktif yang akan diletakan di daerah parietal, hal ini karena Bagian otak yang mudah terkena hipnosis adalah bagian lobus parietal [5]. Elektroda referensi akan diletakan di telinga kanan, serta elektroda ground akan diletakan di telinga kiri. sadapan aktivitas listrik otak akan dihasilkan anatara selisih elektroda aktif dan elektroda referensi, sementara elektroda ground terhubung dengan rangkaian RLD untuk menghilangkan sinyal common mode. lalu sinyal akan diolah secara analog yang akan melewati rangkaian proteksi yang terdiri dari rangkaian tapis lolos tinggi pasif frekuensi potong 1 Hz dan rangkaian clipper dioda pemotongan $\pm 0,7$ volt. Rangkaian proteksi ini berfungsi sebagai tahap awal dalam meredam kebisingan khususnya kebisingan sinyal DC juga untuk melindungi lonjakan tegangan pada rangkaian [6]. Terdapat juga rangkaian penguat dan rangkaian tapis guna menguatkan sinyal otak yang memiliki nilai yang sangat kecil dan rentan terhadap kebisingan agar dapat dibaca oleh mikrokontroler. Terdapat juga pengolahan secara digital yang dilakukan oleh mikrokontroler ESP32 berupa tapis digital FIR lolos rendah dan lolos tinggi juga perhitungan Fast Fourier

Transform sehingga dapat dihitung frekuensi dominan dari suatu sinyal. Keluaran dari perangkat ini adalah berupa indikator LED yang mengindikasikan kondisi seseorang sudah terhipnosis atau belum dengan LED hijau mengindikasikan terhipnosis yang berada pada frekuensi 4-12 Hz, lalu LED merah mengindikasikan belum terhipnosis yang berada diluar rentang frekuensi 4-12 Hz. Perangkat juga mengirimkan datanya ke telepon pintar melalui transmisi bluetooth sehingga pemantauan dapat dilakukan dengan mudah. Gambar 1 menunjukkan blok diagram dari perangkat pemantau gelombang otak.



Gambar 1. Blok diagram perangkat pemantau gelombang otak

Pengujian dilakukan dengan sinyal generator yang digunakan sebagai sinyal tiruan, Pengujian dilakukan perbagian rangkaian serta akan dilakukan keseluruhan dengan variasi tegangan dan frekuensi. Tabel 1 menunjukkan mekanisme pengujian perangkat pemantau gelombang otak.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan dan pembuatan perangkat penyadap gelombang otak ditampilkan pada Gambar 2. Ukuran PCB dibuat dengan dimensi 100 mm x 60 mm x 1,6 mm dengan lapisan tembaga double layer sehingga mudah dibawa.



Gambar 2. Perangkat Pemantau Gelombang Otak

Tabel 1. Pengujian perangkat pemantau gelombang otak

Rangkaian	Variasi Parameter Keluaran	Parameter Keluaran
Rangkaian Proteksi	Tegangan, Frekuensi	Tegangan, Penguatan, Penguatan dalam dB
Penguat Instrumentasi	Tegangan	Tegangan, Penguatan, Penguatan dalam dB
Rangkaian Tapis Lolos Tinggi	Frekuensi	Tegangan, Penguatan, Penguatan dalam dB
Rangkaian tapis Lolos Rendah	Frekuensi	Tegangan, Penguatan, Penguatan dalam dB
Penguat Non Inverting	Tegangan	Tegangan, Penguatan, Penguatan dalam dB
Rangkaian Clamper	Tegangan	Tegangan, Penguatan, Penguatan dalam dB
Mikrokontroler	Frekuensi	Frekuensi, LED nyala atau mati
Pengujian Keseluruhan Perangkat Keras	Frekuensi	Tegangan, Penguatan, Penguatan dalam dB
Pengujian Keseluruhan Perangkat Lunak	Frekuensi	LED, Frekuensi dominan, tulisan sudah terhipnosis atau belum, stimulus on atau off, grafik
Pengujian Gabungan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	Frekuensi	LED, Frekuensi dominan, tulisan sudah terhipnosis atau belum, stimulus on atau off, grafik

3.1 Pengujian Rangkaian Proteksi

Hasil pengujian rangkaian proteksi ditampilkan pada Tabel 2. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui peredaman dan pemotongan sinyal dengan spesifikasi yang telah dirancang. Rangkaian ini terdiri dari tapis lolos tinggi pasif dengan frekuensi potong 1 Hz dan clipper dioda yang berfungsi untuk memotong tegangan diatas $\pm 0,7$ volt jika terjadi lonjakan tegangan. Sinyal dengan frekuensi dibawah 1 Hz terjadi peredaman walaupun sedikit dan ketika sinyal yang berada diatas tegangan vpp 1,4 volt atau $\pm 0,7$ volt sinyal dipotong. Secara keseluruhan rangkaian proteksi ini sudah sesuai dengan apa yang telah dirancang.

Tabel 2. Pengujian rangkaian proteksi

VPP _{in} (volt)	f _{in} (Hz)	VPP _{out} (volt)	Penguatan	dB
0,15	0,20	0,12	0,80	-1,94
0,16	0,90	0,13	0,80	-1,94
0,14	5	0,13	0,94	-0,51
0,17	8	0,14	0,82	-1,69
0,25	18	0,20	0,81	-1,87
0,16	38	0,14	0,88	-1,13
0,26	38	0,20	0,78	-2,14
0,38	38	0,30	0,80	-1,94
0,80	38	0,54	0,67	-3,48
3,16	38	0,76	0,24	-12,38

3.2 Pengujian Rangkaian Penguat Instrumentasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui penguatan dari penguat instrumentasi yang telah dirancang. IC AD620 digunakan sebagai penguat instrumentasi yang dirancang dengan penguatan 25,7 kali. Penguat instrumentasi ini juga terhubung dengan rangkaian RLD sehingga memiliki keuntungan menghilangkan sinyal *common mode*. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3, bahwa penguatan sudah hampir sesuai dengan perancangan, nilai toleransi dari resistor yang membuat penguatan tidak sesuai dengan 25,7 kali.

Tabel 3. Pengujian rangkaian penguat instrumentasi

f _{in} (Hz)	VPP _{in} (volt)	VPP _{out} (volt)	Penguatan	dB
12	0,11	2,56	22,86	27,18
12	0,20	5,04	24,71	27,86
12	0,30	7,92	26,05	28,32
12	0,42	10,40	25	27,96
12	0,53	13,30	25,19	28,02

3.3 Pengujian Rangkaian Tapis Lolos Tinggi

Hasil pengujian rangkaian tapis lolos tinggi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian rangkaian tapis lolos tinggi

f _{in} (Hz)	VPP _{in} (volt)	VPP _{out} (volt)	Penguatan	dB
0,30	0,17	0,03	0,17	-15,56
0,50	0,17	0,03	0,17	-15,56
0,60	0,17	0,03	0,19	-14,40
0,70	0,17	0,03	0,19	-14,40
0,90	0,17	0,04	0,21	-13,62
3	2,56	2,50	0,98	-0,21
5	2,56	2,50	0,98	-0,21
7	2,56	2,50	0,98	-0,21
9	2,60	2,56	0,98	-0,13
12	2,34	2,30	0,98	-0,15

Pengujian ini bertujuan mengetahui peredaman dari suatu sinyal dibawah frekuensi potongnya, dengan frekuensi potong sebesar 1 Hz. Rangkaian ini dirancang mengikuti respon frekuensi filter *butterworth* dan implementasi rangkaian *sallen key* orde 2 yang di kaskade sebanyak 3 kali sehingga membuat respon keluaran frekuensinya menjadi orde 6. Tabel 4 menunjukkan peredaman sinyal yang efektif pada frekuensi dibawah 1 Hz. Rangkaian tapis lolos tinggi ini sesuai dengan apa yang telah dirancang.

3.4 Pengujian Rangkaian Tapis Lolos Rendah

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui peredaman sinyal diatas frekuensi potongnya, dengan frekuensi potong 30 Hz dengan spesifikasi perancangan sama dengan rangkaian tapis lolos tinggi, namun yang membedakan pada rangkaian ini memiliki orde 10, hasil kaskade orde 2 sebanyak 5 kali dan untuk setiap kaskade orde 2 diberi penguatan sebesar 1,5 kali sehingga menghasilkan penguatan keseluruhan 7,5 kali. Pada rangkaian ini memungkinkan adanya penguatan, berbeda hal dengan rangkaian tapis lolos tinggi yang telah dirancang. Dengan memperhatikan faktor Q yang jika terlalu besar atau lebih dari 1 akan menyebabkan *ripple* atau osilasi maka penguatannya diatur sedemikian rupa. Tabel 5 menunjukkan sinyal dengan frekuensi diatas 30 Hz berhasil diredam walaupun peredamannya lebih kecil daripada rangkaian tapis lolos tinggi, hal ini karena pada rangkaian ini memiliki penguatan sebesar 7,5 kali. Lalu untuk sinyal yang diloloskan yakni dibawah 30 Hz penguatannya kurang lebih hampir sama dengan apa yang telah dirancang. Secara keseluruhan rangkaian tapis lolos rendah ini sudah sesuai dengan apa yang telah dirancang.

Tabel 5. Pengujian rangkaian tapis lolos rendah

f_{in} (Hz)	VPP _{in} (volt)	VPP _{out} (volt)	Penguatan	dB
5	0,46	3,24	7,04	16,96
7	0,46	3,24	7,04	16,96
9	0,46	3,24	7,04	16,96
11	0,52	3,72	7,15	17,09
15	0,52	3,72	7,15	17,09
20	0,54	3,80	7,04	16,95
22	0,54	3,80	7,04	16,95
38	0,51	0,23	0,45	-6,88
43	0,51	0,23	0,45	-6,88
50	0,51	0,21	0,41	-7,82

3.5 Pengujian Rangkaian Penguat Non Inverting

Hasil pengujian rangkaian penguat non inverting ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian rangkaian penguat non inverting

f_{in} (Hz)	VPP _{in} (Hz)	VPP _{out} (Hz)	Penguatan	dB
43	0,16	7,68	49,23	33,84
54	0,22	10,80	50	33,98
54	0,30	15,10	49,67	33,92
54	0,40	19,80	49,50	33,89
54	0,50	23,20	46,03	33,26

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui penguatan dari rangkaian tersebut. Penguat yang telah dirancang adalah sebesar 52,2 kali. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6 yang menunjukkan hampir sesuai dengan yang telah dirancang. Ketidaksesuaian ini diakibatkan oleh nilai toleransi dari resistor.

3.6 Pengujian Mikrokontroler

Pengujian ini bertujuan mengetahui kesesuaian antara frekuensi masukan sinyal generator dan frekuensi keluaran dari serial monitor Arduino IDE. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7 yang menunjukkan kesesuaian antara frekuensi masukan dan frekuensi keluaran.

Tabel 7. Pengujian Mikrokontroler

f_{in} (Hz)	f_{out} (Hz)	LED
4	4	nyala
5	5	nyala
6	6	nyala
7	7	nyala
8	8	nyala
9	9	nyala
10	10	nyala
11	11	nyala
12	12	nyala
13	13	mati
14	14	mati
15	15	mati
16	16	mati
17	17	mati
18	18	mati
19	19	mati
20	20	mati
21	21	mati
22	22	mati
23	23	mati
24	24	mati
25	25	mati

3.7 Pengujian Rangkaian Clamper

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui level tegangan negatif yang dinaikan, yang mana rangkaian clamper berfungsi untuk menaikkan level tegangan. Rangkaian clamper pada penelitian ini berjenis rangkaian clamper positif dengan tegangan bias sehingga akan menaikkan level tegangan negatif menjadi positif. Tegangan bias yang diberikan adalah sebesar 1,05 volt, dan inilah yang akan menjadi titik awal atau baseline dari sinyal negatif (Lembah) yang dinaikan.

Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8, yang menunjukkan hampir sesuai dengan apa yang telah dirancang dan yang paling penting adalah sinyal dapat dinaikan kearah level tegangan positif sehingga dapat terbaca oleh mikrokontroler nantinya.

Tabel 8. Pengujian rangkaian penguat clamper

f_{in} (Hz)	$V_{max_{in}}$ (volt)	$V_{max_{out}}$ (volt)	Penguatan	dB
54	0,32	1,24	3,88	11,77
54	0,36	1,28	3,56	11,02
54	0,40	1,36	3,40	10,63
54	0,44	1,44	3,27	10,30
54	0,52	1,64	3,15	9,98

3.8 Pengujian Keseluruhan Perangkat Keras

Pengujian keseluruhan perangkat keras ini bertujuan untuk mengetahui penguatan dan penyaringan sinyal yang dimasukkan. Ini meliputi rangkaian proteksi, penguat instrumentasi, tapis lolos tinggi, tapis lolos rendah, dan penguat non inverting. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9, Penguatan yang dirancang pada perangkat ini kurang lebihnya adalah 10000 kali. Pada tabel 9 terlihat dengan sinyal frekuensi dibawah 1 Hz penguatan rata-rata yang dihasilkan sebesar 7,3 kali, yang berarti sinyal berhasil di redam, sementara sinyal dengan frekuensi diatas 30 Hz memiliki penguatan rata-rata sebesar 10,99 kali lebih besar dari tapis lolos tinggi dengan frekuensi potong 1 Hz, hal ini karena pada rangkaian tapis lolos rendah dengan frekuensi potong 30 Hz dirancang memiliki penguatan sebesar 7,5 kali. Pada pengujian sinyal dengan frekuensi antara 6 Hz sampai 22 Hz penguatan rata-rata yang dihasilkan adalah sebesar 713 kali yang tidak sesuai dengan perancangan yakni 10000 kali, hal ini karena tegangan terpotong pada +VCC dan -VCC 9 volt, terbukti dengan tegangan VPP keluaranya sebesar 18 volt. Ini menjadi kekurangan dalam penelitian ini karena sinyal otak itu memiliki nilai dalam satuan mikrovolt sedangkan dalam penelitian ini dilakukan pengujian dengan sinyal generator dengan tegangan yang dihasilkan adalah dalam satuan millivolt.

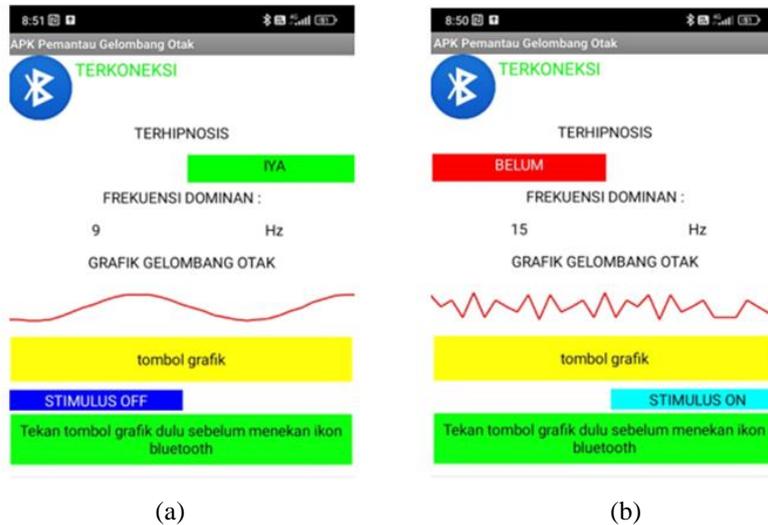
Tabel 9. Pengujian Keseluruhan Perangkat Keras

f_{in} (Hz)	VPP_{in} (volt)	VPP_{out} (volt)	Penguatan	dB
0,30	0,01	0,11	7,64	17,66
0,70	0,01	0,07	7,17	17,12
6	0,02	18	725,81	57,22
10	0,03	18	703,13	56,94
22	0,03	18,20	710,94	57,04
37	0,01	0,11	10,38	20,33
40	0,01	0,13	11,61	21,29

3.9 Pengujian Perangkat Lunak/ Aplikasi telepon pintar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui linieritas antara frekuensi masukan dari sinyal generator dan tampilan keluaran di aplikasi telepon pintar. Pengujian ini meliputi sinyal generator dengan variasi frekuensi, rangkaian clamper, dan mikrokontroler ESP32. Karena pada mikrokontroler ESP32 memiliki Bluetooth, jadi tidak diperlukan modul Bluetooth tambahan pada pengujian. Pengujian dilakukan dengan tegangan VPP sebesar

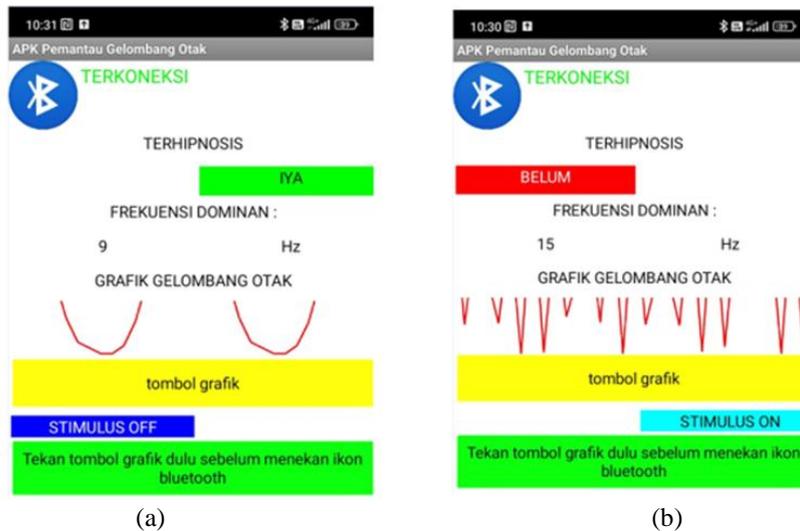
1 volt dan dengan variasi frekuensi dari 4 Hz sampai 25 Hz, untuk contohnya dapat dilihat pada Gambar 3.a dengan frekuensi masukan sinyal generator 9 Hz dan pada Gambar 3.b dengan frekuensi masukan sinyal generator 15 Hz. Hasilnya sudah sesuai dengan perancangan.



Gambar 3. (a) Tampilan Aplikasi pengujian perangkat keras dan lunak dengan frekuensi masukan 9 Hz.
(b) Tampilan Aplikasi pengujian perangkat keras dan lunak dengan frekuensi masukan 15 Hz

3.10 Pengujian Keseluruhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak/Aplikasi telepon pintar

Pengujian keseluruhan perangkat keras dan perangkat lunak/aplikasi telepon pintar ini bertujuan untuk mengetahui linieritas antara masukan frekuensi sinyal generator dengan tampilan keluaran di aplikasi telepon pintar setelah dimasukkan kedalam pengolahan sinyal analog dan pengolahan sinyal digital. Gambar 4 adalah menunjukkan grafik terpotong, hal ini karena nilai tegangan masukannya kisaran puluhan millivolt sedangkan penguatan keseluruhannya kurang lebih 10000 kali.



Gambar 4. (a) Tampilan Aplikasi pengujian perangkat keras dan lunak dengan frekuensi masukan 9 Hz.
(b) Tampilan Aplikasi pengujian perangkat keras dan lunak dengan frekuensi masukan 15 Hz

Tabel 10 menunjukkan keluaran sudah sesuai dengan masukan frekuensi sinyal generator.

Tabel 10. Pengujian Keseluruhan Perangkat keras dan Perangkat lunak

f_{in} function generator (Hz)	LED	TULISAN KONDISI TERHIPNOSIS di apk	FREKUENSI DOMINAN di apk (Hz)	KONDISI STIMULUS di apk
4	nyala	IYA	4	OFF
5	nyala	IYA	5	OFF
6	nyala	IYA	6	OFF
7	nyala	IYA	7	OFF
8	nyala	IYA	8	OFF
9	nyala	IYA	9	OFF
10	nyala	IYA	10	OFF
11	nyala	IYA	11	OFF
12	nyala	IYA	12	OFF
13	mati	BELUM	13	ON
14	mati	BELUM	14	ON
15	mati	BELUM	15	ON
16	mati	BELUM	16	ON
17	mati	BELUM	17	ON
18	mati	BELUM	18	ON
19	mati	BELUM	19	ON
20	mati	BELUM	20	ON
21	mati	BELUM	21	ON
22	mati	BELUM	22	ON
23	mati	BELUM	23	ON
24	mati	BELUM	24	ON
25	mati	BELUM	25	ON

Secara keseluruhan perangkat ini sudah sesuai dengan apa yang telah dirancang.

4. Kesimpulan

Telah dirancang dan dikembangkan perangkat penyadap gelombang otak, yang dapat memantau sinyal dengan frekuensi 4 Hz sampai 12 Hz untuk proses hipnosis khususnya pada bidang dental. Perangkat memiliki ukuran yang kecil sehingga memudahkan untuk dibawa serta perangkat terintegrasi dengan aplikasi pemantau gelombang otak di telepon pintar sehingga memudahkan dalam pemantauan.

Daftar Pustaka

1. Wavdhane, M.B. et al. Dental anxiety: Causes, Complications and Management: A review. *Quest Journals Journal of Medical and Dental Science Research*, 6(2), 2019, pp. 38–42.

2. Sibuea, W.W., Yubiliana, G. and Darmayanti, N. Hubungan Terapi Dental Hypnosis Dengan Aspek Linguistik: A Scoping Review. *Jurnal Socioteknologi*, 21(2), 2022, pp. 218–227.
3. Kusmayanti, S. et al. Effectiveness test of dental hypnosis monitoring device. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, 33(1), 2021, p. 26.
4. Qisthina Malik, N. Dental Hypnosis Monitoring Device. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 3(1), 2019, pp. 1–4.
5. Yubiliana, G., Putra, R. and Abdurrochman, A. Quantitative Electroencephalography (Q-EEG) map of parietal and frontal lobes out of brain waves. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, 33(3), 2021, pp. 258–263.
6. Zaeni, I.A.E. *Dasar-Dasar Elektronika Medik. pertama*. Edited by A.H. Nadana. Malang: Ahlimedia Press, 2021.