

# Analisis Korelasi Domain Frekuensi Gelombang Otak Dengan Stimulasi Sumber Suara / Musik Menggunakan Electroencephalograph (EEG)

Rayhan Imam Azhar<sup>1</sup>, Alvin Sahroni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia

Korespondensi : 15524029@students.uii.ac.id

## ABSTRAK

Musik yang telah lahir sejak dahulu kala biasanya digunakan dalam upacara – upacara kepercayaan tertentu, saat ini menjadi alternatif dibidang medis sebagai alat terapis, membantu dalam upaya merelaksasikan tubuh dan hal lainnya. Pemanfaatan musik dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi fitur domain frekuensi respon otak seseorang terhadap stimulasi yang diberikan berupa pure tone, instrument dan nature sound dan bagian otak seseorang yang dominan saat terstimulasi musik / suara tersebut, dimana untuk melihat respon otak tersebut diperlukan *electroencephalograph* (EEG). Tiga orang subjek sehat telah melakukan minimal 5 kali pengambilan data. Pada saat stimulus pure tone dan nature sound, didapatkan fitur domain frekuensi respon otak yang dominan berada di-frontal pada kanal F8 dan F4 dengan nilai korelasi 0.9530 dan 0.8943 dengan gelombang  $\beta$  (beta). Untuk stimulus instrument respon otak menunjukkan dominasi pada gelombang  $\alpha$  (alfa) pada bagian otak parietal. Setiap subjek akan mengalami perbedaan respon otaknya terhadap stimulasi yang diberikan, namun kesamaan pada bagian otak tertentu menunjukkan bahwa respon yang diberikan stimulus tertentu akan mendominasi bagian tertentu.

Kata kunci: Musik, EEG, Respon Otak

## ABSTRACT

*Music has been born since time immemorial is usually used in certain religious ceremonies, now it is an alternative in the medical field as a therapeutic tool, helping in the effort to relax the body and other things. Utilization of music in this study aims to determine the correlation of frequency-domain features of a person's brain response to stimulation given in the form of pure tones, instruments and nature sounds and the dominant part of one's brain when stimulated by the music / sound, where to see the brain's response is needed electroencephalograph (EEG). Three healthy subjects had performed at least 5 data retrievals. When the stimulus is pure tone and a natural sound, it is found that the dominant frequency response domain feature of the brain is frontal on the F8 and F4 channels with correlation values of 0.9530 and 0.8943 with  $\beta$  (beta) waves. For stimulus, the brain response instrument shows the dominance of  $\alpha$  (alpha) waves in the parietal brain region. Each subject will experience differences in the response of the brain to the stimulation provided, but the similarity in certain parts of the brain shows that the response given a certain stimulus will dominate certain parts.*

*Keyword : Music, EEG, Brain Response*

## 1. PENDAHULUAN

Musik merupakan sebuah instrument yang terdiri dari melodi, ritme dan nada / not. Musik sudah dikenal lama oleh manusia sejak dahulu kala. Sekitar tahun 1450-an musik mulai ditemukan ketika masa – masa kerajaan terdahulu [1]. Musik dikenal pada saat zaman dahulu sebagai proses ritual oleh beberapa kepercayaan zaman dahulu. Seiring berkembangnya sebuah pemikiran manusia, musik berubah orientasinya dari hanya sekedar pengiring proses ritual suatu kepercayaan menjadi sebuah hiburan [1]. Mulai dari musik yang hanya menggunakan sebuah instrument tertentu seperti Mozart, Beethoven, Bach, Chopin, Depape dan lainnya, hingga musik yang diiringi oleh vocal seperti, The Beatles, Tulus, Tompi dan yang lainnya. Musik – musik yang dahulu sebagai pengiring ritual kepercayaan tertentu sudah bergeser hingga musik digunakan

sebagai instrument atau alat yang digunakan untuk hal medis, sebagai contohnya adalah musik digunakan sebagai terapi [2], [3] atau sebagai menurunkan stress pada tubuh seseorang [4], musik sebagai penumbuh mood bagi seseorang [5], meningkatkan kualitas tidur seseorang [6], [7] dan hal lainnya.

Dari hal ini, peneliti berkeinginan untuk mempelajari bagian otak yang dominan merespon stimulasi suara ketika diberikan stimulus. Penelitian ini akan menggunakan musik yang berasal dari suara instrument campuran berupa suara piano, biola dan hal lainnya. Serta akan menggunakan musik yang berasal dari alam (*nature sound*), komposisi suara alam seperti suara kicauan burung, air mengalir dan hembusan angin yang mengenai dedaunan. Serta pemberian stimulasi pure tone dengan frekuensi 40 Hz sebagai pembanding dari kedua stimulasi yang digunakan. Dari kedua stimulasi suara (*nature sound dan instrument*) akan dilakukan analisis korelasi respon otaknya. Hal ini berguna untuk mengetahui karakteristik dari respon terhadap otak apabila diberikan stimulasi suara tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

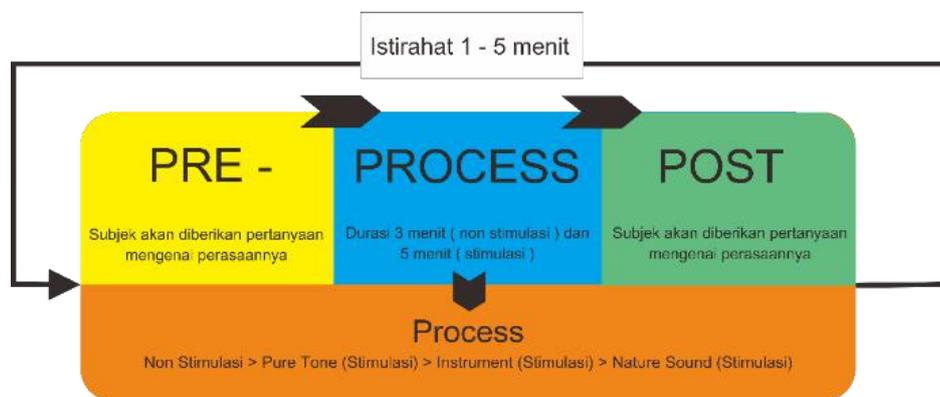
### 2.1 Subjek

Kriteria subjek yang berpartisipasi yaitu pria, mahasiswa aktif Universitas Islam Indonesia dan rata – rata usia yaitu 20 tahun. Memiliki kondisi tubuh yang sehat serta cukup tidur sebelum dilakukan pengambilan data. Subjek berjumlah tiga orang, dengan masing – masing trial pada setiap subjek berjumlah kurang lebih 5 kali. Pemilihan subjek berjumlah tiga orang dengan trial yang berulang sebanyak 5 kali bertujuan untuk melihat konsistensi subjek terhadap stimulasi yang diberikan. Dan sebelum dilakukan pengambilan data, subjek diharuskan menandatangani informed consent yang diberikan oleh peneliti untuk tanda bukti bahwa subjek tidak diminta secara paksa dan memahami prosedur dalam pengambilan data.

### 2.2 Ethical Clearance

Penelitian ini telah lulus uji etik melalui komite etik Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia dan telah mengikuti seluruh prosedur sesuai *declaration of Helsinki* untuk melakukan eksperimen pada manusia. Seluruh data pasien dirahasiakan.

### 2.3 Desain Eksperimen



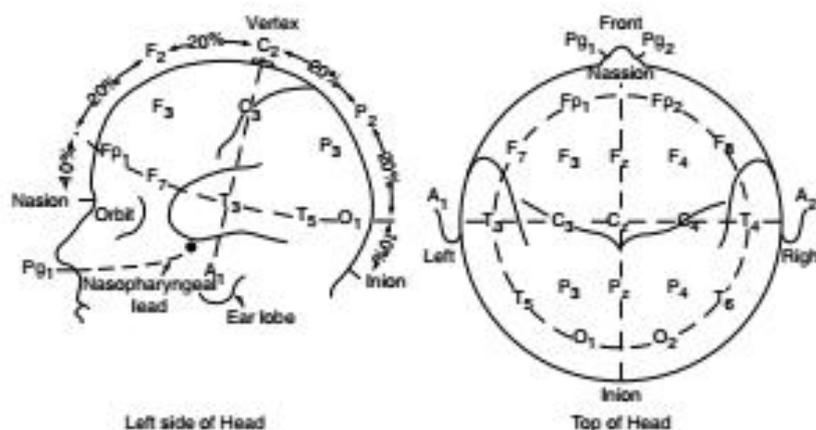
Gambar 1. Desain Eksperimen

#### 2.3.1 Pre – Process

Subjek akan dijelaskan kembali prosedur dalam pengambilan data penelitian. Sebelum dilakukan pengambilan data, subjek akan diberikan pertanyaan mengenai aktivitas dan kondisi subjek dengan diberikan skor kondisi subjek saat ini dari 1 – 3, dimana 1 (tidak nyaman), 2 (biasa saja) dan 3 (sangat nyaman). Hal ini berguna untuk memvalidasi pengaruh aktivitas dan setelah diberikan stimulasi.

#### 2.3.2 Process

Pada tahapan proses, subjek akan diukur aktivitas listrik di permukaan kulit kepalanya menggunakan EEG. Subjek akan menggunakan cap EEG dengan menggunakan standarisasi 10 – 20 kanalkanal dimana telinga subjek menjadi referensi seperti ditunjukkan pada gambar 1.2. Subjek akan diambil datanya sebanyak 4 kali dengan mata yang terjaga atau terbuka dengan urutan pengambilan data yaitu non – stimulasi, pure tone, instrument dan suara alam (nature sound). Pengambilan waktu stimulasi (pure tone, instrument dan suara alam) kurang lebih 5 menit dengan interval antar stimulasi berikutnya adalah 5 menit. Ini berfungsi untuk melihat perbedaan secara jelas antar stimulasi dan juga memberikan waktu istirahat bagi subjek. Untuk waktu pengambilan non – stimulasi berdurasi 3 menit, dimana subjek tidak diberikan stimulasi atau perlakuan tertentu.



Gambar 2 Pemasangan cap EEG dengan aturan atau prosedur 10 – 20 kanal [8].

### 2.3.3 Post – Process

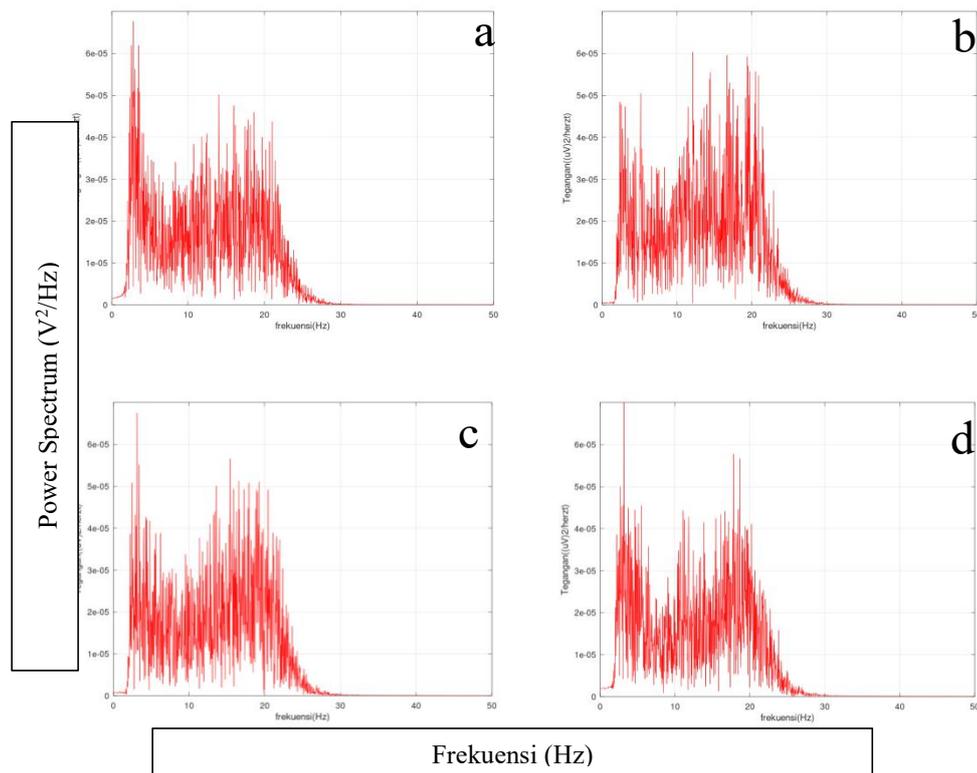
Setelah dilakukan perekaman data, subjek akan diberikan pertanyaan mengenai perasaan yang berguna untuk melihat kondisi dari subjek, apakah penelitian untuk subjek tersebut dapat dilanjutkan ataupun tidak.

## 2.4 Perekaman Data

Dalam melakukan perekaman dengan EEG, peneliti menggunakan alat / device yang berasal dari Rusia dengan merek MITSAR. Pada alat ini peneliti menggunakan 21 kanal dengan 2 kanal sebagai referensi pada kedua telinga. Frekuensi sampling pada alat adalah 250 Hz (default) dengan maksimum impedansi alat adalah 10k $\Omega$  (default). Pada saat perekaman, subjek diminta untuk tetap terjaga (melihat) dan diminta untuk duduk nyaman dan tenang. Hal ini dikarenakan untuk mengurangi gangguan – gangguan pada sinyal EEG karena aktivitas subjek yang bergerak. Pada saat perekaman juga subjek mengenakan Headphone untuk mengurangi gangguan suara dari luar yang tidak diinginkan. Untuk pemilihan musik / suara, untuk suara pure tone menggunakan frekuensi 40 Hz, sementara untuk suara instrument menggunakan mixed music yang dimana didalam musik instrument terdapat suara piano, biola dan jenis alat musik perkusi lainnya. Dan suara alam menggunakan suara kicauan burung, aliran air dan angin. Volume yang diberikan kepada subjek  $\pm$  40 level yang bersumber dari laptop.

## 2.5 Pengolahan Data

Raw data yang berasal dari EEG akan diolah menggunakan software OCTAVE. Raw data EEG akan ditransformasikan ke domain frekuensi menggunakan transformasi fourier guna melihat adakah noise didalamnya. Data yang didapat apabila memiliki komponen frekuensi sebesar 50 Hz maka itu dimungkinkan bahwa frekuensi itu berasal dari interference yang berasal dari tegangan jala-jala sumber listrik. Apabila hal ini terjadi maka dilakukanlah filtering, guna melemahkan sinyal dengan frekuensi sebesar 50 Hz.



Gambar 3. Visualisasi sinyal yang di transformasikan kedalam domain frekuensi pada kanal T3 (bawah). Non – Stimulasi (a), Pure Tone (b), Instrument (c), dan Nature Sound (d)

Setelah dilakukannya filtering ketika adanya noise pada frekuensi 50 Hz, hal selanjutnya adalah mengolah data menjadi relative band power dengan kriteria band power yaitu gelombang delta (0,5 – 4 Hz), gelombang theta (4 – 8 Hz), Alfa (8 – 12 Hz), Beta (12 – 30 Hz) dan Gamma (>30 Hz) dan dengan menggunakan persamaan 1 [9],

$$Relative\ Power = \frac{Band\ Power}{Total\ Power} \quad (1)$$

Digunakan Frekuensi sampling sebesar 250 Hz, setelah ditentukan frekuensi sampling-nya maka ditentukan kembali waktu sampling, pada penelitian ini akan disampling setiap 30 detik. Penggunaan waktu 30 detik ini bertujuan untuk melihat trend epoch dari keseluruhan data seperti ditunjukkan pada persamaan 2.

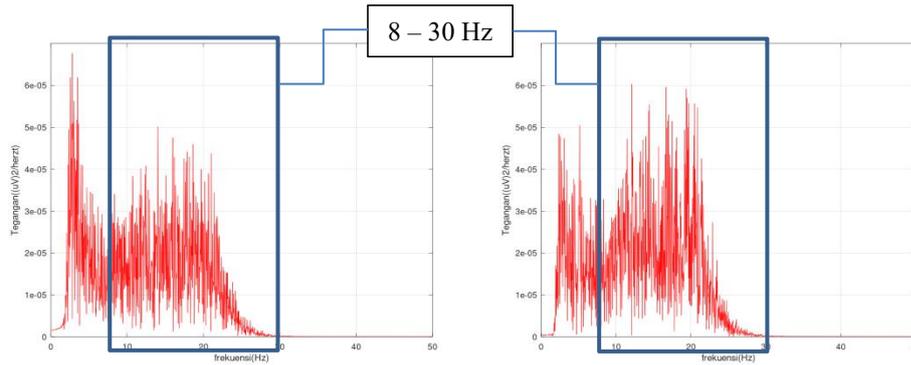
$$epoch = \frac{panjang\ data}{frekuensi\ sampling \times waktu\ sampling} \quad (2)$$

Contoh, apabila kita melakukan perekaman data dan dari hasil perekaman didapati panjang data yang direkam adalah 102344, apabila menggunakan persamaan 2, dan menggunakan parameter frekuensi sampling dan waktu sampling yang sama dalam penelitian ini maka *epoch* didapat adalah 13.

Setelah didapatkan relative power band dari raw data maka dilakukan pengolahan *relative power band* dengan persamaan kembali terhadap suara asli / suara stimulasi yang nantinya berguna untuk menentukan korelasi antara data mentah (raw data) dengan suara stimulasi. Perhitungan korelasi ini menggunakan metode korelasi *pearson*.

### 3. HASIL DAN ANALISIS

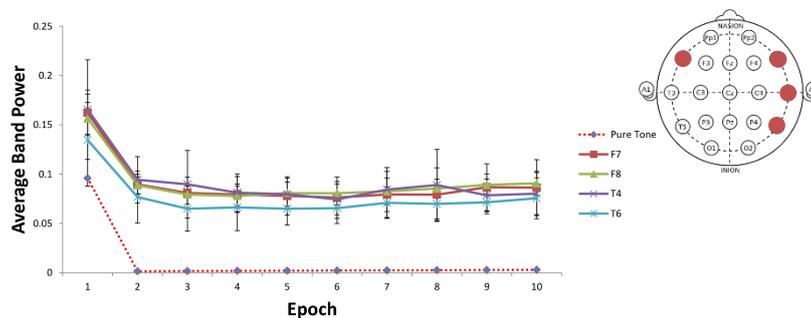
Dari hasil perekaman data menggunakan EEG dan dengan diberikannya stimulasi suara kepada subjek, penulis menemukan temuan antara respon otak dan band power musik / suara stimulasi. Bahwa dengan menggunakan analisis pada domain frekuensi, perubahan yang terjadi ketika melakukan perekaman data ada pada frekuensi  $\alpha$  (alpa) dan  $\beta$  (beta) dengan range 8 – 30 Hz.



Gambar 4. Spektrum Frekuensi pada rentan 8 – 30 Hz pada kanal T3 non stimulasi (kiri) dan pure tone (kanan), dimana pada frekuensi ini terjadinya banyak perubahan yang mengindikasikan bahwa subjek sedang terstimulasi oleh suara.

Perubahan terlihat dengan melakukan visualisasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 dan 4, dimana power spektrum dari pure tone berbeda dari ketiga lainnya (non – stimulasi, instrument, dan nature sound) yang memungkinkan stimulasi pure tone tereson oleh otak pada rentan frekuensi yang dominan adalah 8 – 30 Hz. Adanya kemiripan atau kesamaan antara non – stimulasi, instrument dan nature sound memungkinkan respon yang biasa didengarkan oleh subjek. Pengujian dengan cara visualisasi hanya menandakan adanya suatu respon yang terbangun ketika diberikan stimulasi, oleh karena itu diperlukan uji korelasi antara stimulasi suara dengan respon otak.

**3.1. Hubungan antara suara pure tone dengan respon otak**



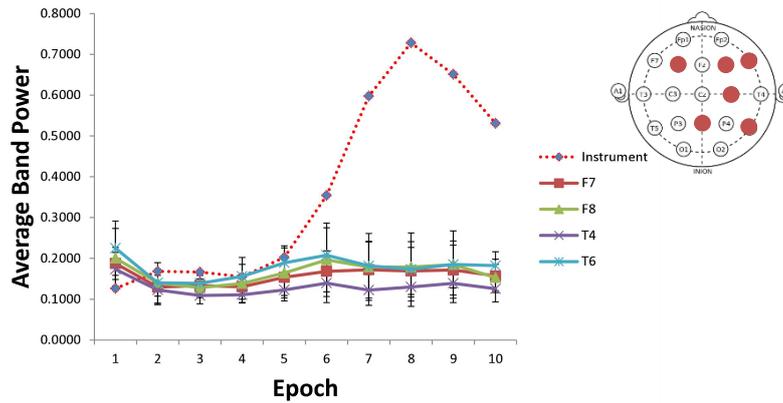
Gambar 4. Respon otak terhadap stimulasi pure tone pada bagian otak F7, F8, T4 dan T6

Tabel 1. Hasil korelasi dari stimulasi pure tone terhadap respon otak

Kanal (Band Power)	Mean ± Standar Dev.	Korelasi
F7 (β)	0.0898 ± 0.0211	0.9464
F8 (β)	0.0912 ± 0.0117	0.9530
T4 (β)	0.0917 ± 0.0251	0.9422
T6 (β)	0.0761 ± 0.0215	0.9447

Dari pengambilan data berjumlah 3 subjek dan menggunakan stimulasi suara pure tone, hasil yang didapat memiliki korelasi yang tinggi yang ditunjukkan dari tabel 1 dan pada gambar 4 , merupakan visualisasi respon otak yang diterima dari hasil stimulasi suara pure tone.

3.2. Hubungan antara suara instrument dengan respon otak



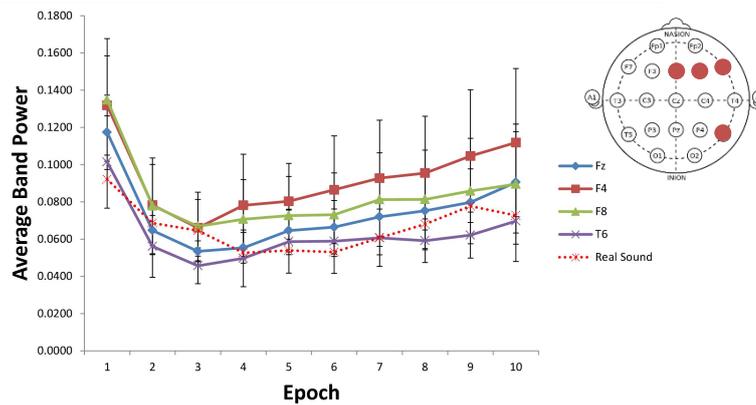
Gambar 5. Respon otak dengan stimulasi instrument pada bagian F3, F4, F8, C4, Pz dan T6

Tabel 2. Hasil korelasi dari stimulasi nature sound terhadap respon otak

Kanal – Band Power	Mean ± Standar Dev.	Korelasi
F3 – $\alpha$	0.1574 ± 0.0467	0.7372
F4 – $\alpha$	0.1665 ± 0.0621	0.7950
F8 – $\alpha$	0.1296 ± 0.0357	0.7207
T6 – $\alpha$	0.1781 ± 0.0491	0.7112
Pz – $\alpha$	0.1921 ± 0.0811	0.8313
C4 – $\alpha$	0.1788 ± 0.0566	0.7227

Dari pengambilan data berjumlah 3 subjek dan menggunakan stimulasi suara instrument, hasil yang didapat ditunjukkan pada gambar 5, merupakan visualisasi respon otak yang diterima dari hasil stimulasi suara instrument, dimana grafik yang ditunjukkan pada gambar 5 respon otak tidak mengikuti grafik dari stimulasi suara yang diberikan. Gambar 5 dapat kita asumsikan bahwa korelasi tidak terlalu tinggi seperti pure tone, ini diperkuat dengan hasil yang diterima pada tabel 2.

3.3 Hubungan antara suara nature sound dengan respon otak



Gambar 6. Respon otak dengan stimulasi nature sound pada bagian otak F8, Fz, F4 dan T6

Tabel 3. Hasil korelasi dari stimulasi nature sound terhadap respon otak

Kanal – Band Power	Mean ± Standar Dev.	Korelasi
F8 – $\beta$	0.0739 ± 0.0159	0.8513
Fz – $\beta$	0.0926 ± 0.0277	0.8434
F4 – $\beta$	0.0834 ± 0.0254	0.8943
T6 – $\beta$	0.0622 ± 0.0162	0.8386

Dari pengambilan data berjumlah 3 subjek dan menggunakan stimulasi suara nature sound, hasil yang didapat ditunjukkan pada gambar 6, merupakan visualisasi respon otak yang diterima dari hasil stimulasi suara nature sound menunjukkan respon otak mengikuti dari stimulasi yang diberikan. Gambar 6 dapat kita asumsikan bahwa korelasi tidak terlalu tinggi seperti pure tone namun jauh lebih baik dari stimulasi instrument, ini diperkuat dengan hasil yang diterima pada tabel 3.

### 3.4 Hubungan antara ketiga stimulasi

Melihat dari hasil ketiga subjek bahwa setiap pemberian stimulasi suara akan direspon oleh otak berbeda beda oleh setiap orang [9], [10]. Pada temuan ketiga subjek ada sesuatu informasi bahwa pada saat diberikan stimulus pure tone, bagian pada kanal F7, F8, T4, dan T6 menunjukkan hasil dominan pada ketiga subjek, ini diasumsikan bahwa ketika pemberian stimulasi suara pure tone dengan frekuensi yang diberikan adalah 40 Hz dan dalam kondisi mata terjaga, bagian otak temporal terkhusus T4 dan T6 akan merespon lebih ketimbang pada bagian temporal lainnya. Dan dalam menentukan emosi atau perasaan ketika mendengarkan stimulasi pure tone adalah bagian frontal terkhusus pada kanal F7 dan F8. Pada pemberian stimulasi pure tone dari hasil korelasi yang terlihat bahwa korelasi yang tertinggi berada pada F8 dengan nilai 0.9530. Ini menunjukkan bahwa ketika diberikan stimulasi pure tone dengan frekuensi 40 Hz, maka pada otak akan banyak merespon pada kanal F8 atau bagian frontal [11].

Pemberian stimulasi nature sound, pada ketiga subjek ditemukan persamaan kondisi fisiologis tubuh, dimana pada saat pemberian stimulasi, pada bagian otak frontal terkhusus pada bagian F3, Fz dan F4 menunjukkan hal yang sama. Ini dapat diinformasikan bahwa pada saat pemberian stimulasi nature sound maka bagian frontal terkhusus F3, Fz dan F4 akan memproses informasi berupa kondisi emosi dari setiap subjek. Dan juga pada bagian temporal terkhusus T5, ini mengindikasikan bahwa informasi suara diproses dominan pada T5. Pada pemberian stimulasi nature sound dari hasil korelasi yang terlihat bahwa korelasi tertinggi berada pada F4 dengan nilai 0.8943. Ini menunjukkan bahwa ketika diberikan stimulasi nature sound, maka pada otak akan banyak merespon pada kanal F4 atau bagian frontal [11]. Untuk pemberian stimulasi suara instrument, kondisi dari ketiga subjek didominasi oleh gelombang alfa, peneliti berasumsi bahwa pemberian stimulasi instrument ini memberikan efek relaksasi atau merasakan kantuk pada yang tubuh ditandai dengan dominannya gelombang alfa pada setiap subjek.

Pemberian stimulasi suara alam dan suara instrument akan memiliki respon yang berbeda, pemberian stimulasi ini dapat menyebabkan perbedaan dikarenakan pengalaman dan kesukaan subjek dalam mendengarkan suara [12]. Sehingga dalam beberapa kasus, respon otak terhadap pemberian musik tertentu dapat memberikan efek positif seperti relaksasi dan lainnya [13]. Pemberian stimulasi seperti instrument dan nature sound merupakan sebab korelasi yang diberikan menggunakan stimulasi tersebut terhadap respon otak tidak tinggi, tidak seperti halnya pure tone. Ini disebabkan stimulasi instrument dan nature sound merupakan jenis stimulasi yang kompleks [14]. Sedangkan pure tone merupakan stimulasi yang biasa digunakan dalam medis sebagai acuan untuk mengetahui kondisi dari sistem pendengaran seseorang dikarenakan sifatnya yang mudah direspon oleh otak [14], [15].

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengambilan data menggunakan 3 subjek dengan memberikan stimulasi suara pure tone, instrument, dan nature sound. Dimana hasil yang didapatkan adalah respon otak yang distimulasikan kepada ketiga subjek berbeda – beda, hal ini disebabkan karena faktor fisiologis manusia yang berbeda – beda. Namun ada beberapa persamaan ketika diberikan stimulasi kepada ketiga subjek terutama ketika diberikan stimulasi pure tone dan nature sound. Dimana pemberian stimulasi pure tone dan nature sound akan bekerja dominan pada bagian otak frontal dengan gelombang  $\beta$  (beta). Untuk stimulasi instrumen bekerja dominan pada bagian parietal dengan gelombang  $\alpha$  (alfa).

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] H. Goodall, "The Story of Music From Babylon to the Beatles: How Music Has Shaped Civilization," hlm. 225.
- [2] G. Cervellin dan G. Lippi, "From music-beat to heart-beat: A journey in the complex interactions between music, brain and heart," *Eur. J. Intern. Med.*, vol. 22, no. 4, hlm. 371–374, Agu 2011.
- [3] O. S. Yinger, "Music Therapy in Gerontology," dalam *Music Therapy: Research and Evidence-Based Practice*, Elsevier, 2018, hlm. 95–110.
- [4] O. Sourina, Y. Liu, dan M. K. Nguyen, "Real-time EEG-based emotion recognition for music therapy," *J. Multimodal User Interfaces*, vol. 5, no. 1–2, hlm. 27–35, Mar 2012.
- [5] S. van Bohemen, L. den Hertog, dan L. van Zoonen, "Music as a resource for the sexual self: An exploration of how young people in the Netherlands use music for good sex," *Poetics*, vol. 66, hlm. 19–29, Feb 2018.
- [6] F. Feng dkk., "Can music improve sleep quality in adults with primary insomnia? A systematic review and network meta-analysis," *Int. J. Nurs. Stud.*, vol. 77, hlm. 189–196, Jan 2018.
- [7] C.-F. Wang, Y.-L. Sun, dan H.-X. Zang, "Music therapy improves sleep quality in acute and chronic sleep disorders: A meta-analysis of 10 randomized studies," *Int. J. Nurs. Stud.*, vol. 51, no. 1, hlm. 51–62, Jan 2014.
- [8] W. O. Tatum, *Handbook of EEG interpretation*. New York [N.Y.: Demos Medical Pub.], 2013.
- [9] D. Kent, "The Effect of Music on the Human Body and Mind," hlm. 31.
- [10] A. Habibi dan A. Damasio, "Music, feelings, and the human brain.," *Psychomusicology Music Mind Brain*, vol. 24, no. 1, hlm. 92–102, 2014.
- [11] J. Warren, "How does the brain process music?," vol. 8, no. 1, hlm. 5, 2008.
- [12] G. C.-H.-L. Chi dan A. Young, "Selection of Music for Inducing Relaxation and Alleviating Pain: Literature Review," *Holist. Nurs. Pract.*, vol. 25, no. 3, hlm. 127–135, 2011.
- [13] G. C. Mornhinweg, "Effects of Music Preference and Selection on Stress Reduction," *J. Holist. Nurs.*, vol. 10, no. 2, hlm. 101–109, Jun 1992.
- [14] *Hearing Loss: Determining Eligibility for Social Security Benefits*. Washington, D.C.: National Academies Press, 2004.
- [15] M. P. Paulraj, K. Subramaniam, S. B. Yacob, A. H. B. Adom, dan C. R. Hema, "Auditory Evoked Potential Response and Hearing Loss: A Review," *Open Biomed. Eng. J.*, vol. 9, no. 1, hlm. 17–24, Feb 2015.