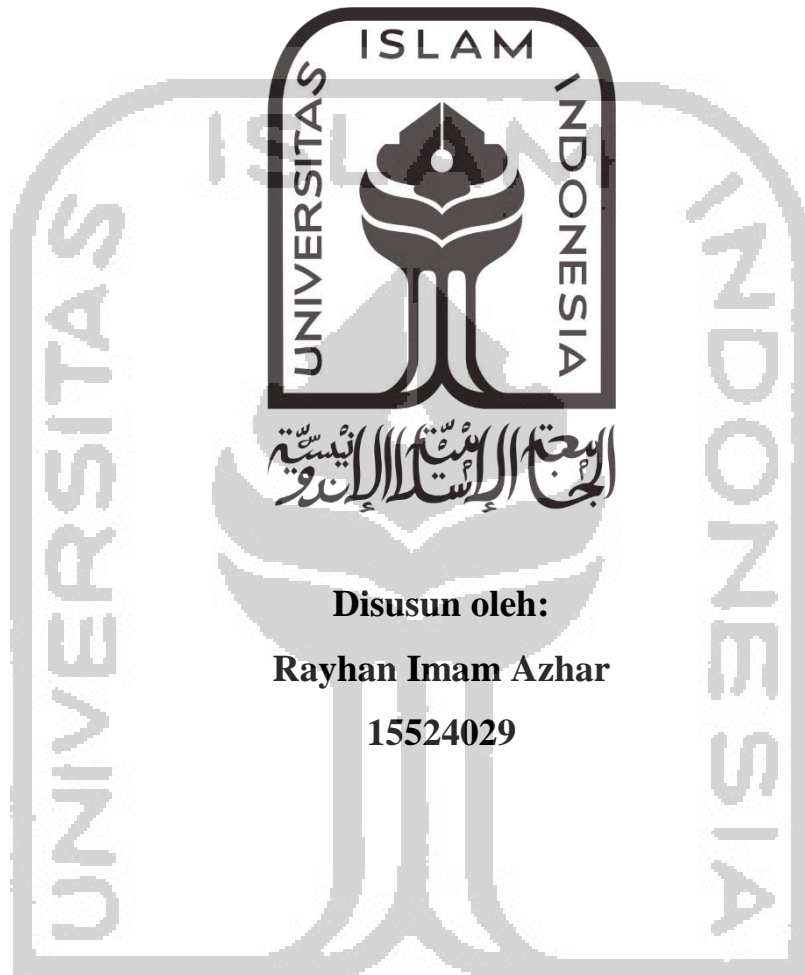


**Analisis Korelasi Domain Frekuensi Gelombang Otak  
Dengan Stimulasi Sumber Suara / Musik Menggunakan  
*Electroencephalograph*(EEG)**

**SKRIPSI**



**Disusun oleh:**

**Rayhan Imam Azhar**

**15524029**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

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

**TUGAS AKHIR**

**ISLAM**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia


Disusun oleh:

Rayhan Imam Azhar  
15524029

Yogyakarta, 25 Oktober 2019

Menyetujui,

Pembimbing 1

  
Alvin Sahroni, S.T, M. Eng, Ph.D  
NIK. 095240402

# LEMBAR PENGESAHAN

## SKRIPSI

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

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Rayhan Imam Azhar**

15524029

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 14 November 2019

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji: Alvin Sahroni, S.T, M. Eng, Ph.D.

Anggota Penguji 1: Yusuf Aziz Amrulloh, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji 2: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Kamis, 14 November 2019

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrulloh, S.T., M.Sc., Ph.D

045240101



## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 25 Oktober 2019



Rayhan Imam Azhar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji syukur mari kita selalu panjatkan kehadirat Allah *Subhanahuwata'ala* yang telah memberikan limpahan rahmat berupa nikmat iman, kesehatan, dan keberkahan-Nya. Shalawat dan salam mari kita curahkan kepada suri tauladan sekaligus pembawa syafaat kita di *yaumul akhir*, yaitu Rasulullah ﷺ beserta keluarga, para sahabat dan para pengikutnya hingga hari akhir nanti. Pada kesempatan kali ini, penulis merasa bersyukur atas terlaksananya penulisan skripsi ini yang berjudul “**Analisis Korelasi Domain Frekuensi Gelombang Otak Dengan Stimulasi Sumber Suara / Musik Menggunakan Electroencephalograph (EEG)**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akhir dalam menyelesaikan program akademik Sarjana Teknik Elektro serta untuk mengetahui seberapa jauh mahasiswa / penulis mendapatkan pengetahuan dari bangku kuliah.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu pertanggungjawaban terhadap apa yang penulis teliti selama dua semester dan berisikan hasil penelitian penulis serta temuan-temuan yang didapatkan ketika penulis melakukan penelitian. Dengan penulisan ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis menyadari kekurangan dalam proses ini, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

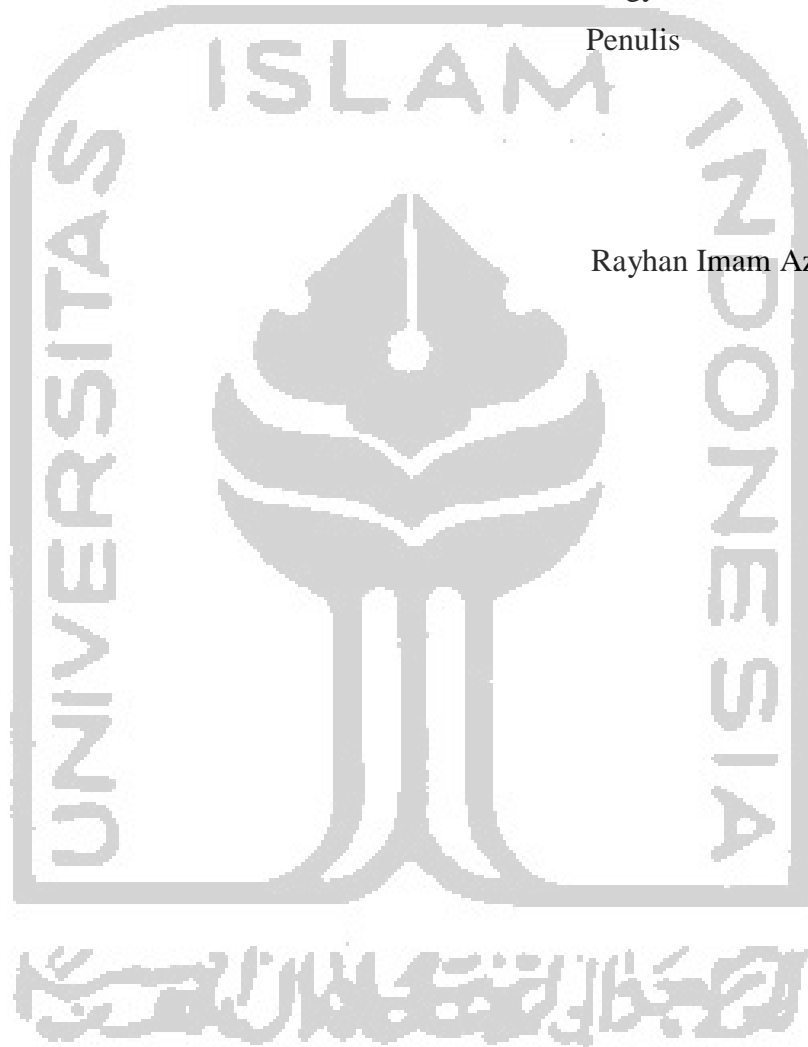
1. **Allah *Subhanahuwata'ala***, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik serta memberikan ilmu kepada penulis sehingga penulis dapat membuka cakrawala keilmuan yang baru dalam bidang teknik elektro di UII.
2. **Bapak Yusuf Aziz Amrullah, Ph.D.**, sebagai kepala jurusan teknik elektro yang telah memberikan *support* atau dukungan kesempatan dalam melaksanakan skripsi.
3. **Bapak Alvin Sahroni, Ph.D.**, selaku pembimbing Skripsi yang telah memberikan kesabaran dan pengarahannya kepada penulis sehingga penulis merasa mampu dan berhasil menyelesaikan skripsi ini.
4. **Keluarga**, yang meberikan dukungan secara moril maupun materil kepada penulis.
5. **Rekan – rekan seperjuangan Riset Biomedis**, yang mau membantu penulis dalam memberikan dukungan dalam melakukan riset - riset.
6. **Teman seperjuang Elektro 15**, yang memotivasi penulis untuk tetap berjuang menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
7. Pihak – pihak lain yang tidak dapat disebutkan yang telah membantu penulis dalam melaksanakan skripsi.

Penulis sadar akan ketidaksempurnaan dari laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, guna memperbaiki penulisan di masa yang akan datang. Harapan dari penulisan laporan ini agar bermanfaat untuk pembaca. Serta, penulis meminta maaf apabila adanya kesalahan yang disebabkan keterbatasan dari penulis baik penulisan maupun pengetahuan.

Yogyakarta, 25 Oktober 2019

Penulis

Rayhan Imam Azhar



## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

EEG = *Electroencephalograph*

$\Delta$  = Delta

$\Theta$  = Theta

$\alpha$  = Alpha

$\beta$  = Beta

$\gamma$  = Gamma

Hz = Hertz

k $\Omega$  = Kilo-Ohm



## ABSTRAK

Musik yang telah lahir sejak dahulu kala, biasanya digunakan dalam upacara – upacara kepercayaan tertentu, saat ini telah berkembang dan banyak digunakan sebagai variabel penelitian. Dalam penelitian lain, musik dipercaya mampu menjadi alternatif dibidang medis, beberapa peneliti membuktikan diantaranya musik dapat digunakan sebagai alat terapis, membantu dalam upaya merelaksasikan tubuh, dan memperbaiki kualitas tidur. Pada penelitian lain, pemberian musik membuktikan seseorang akan merespon otaknya pada gelombang otak tertentu (fitur domain frekuensi). Pada penelitian ini, kami berkeinginan untuk mengetahui korelasi fitur domain frekuensi (*Delta, Theta, Alpha, Beta* dan *Gamma*) 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, dalam penelitian ini kami memerlukan *electroencephalograph* (EEG) dengan nama produk MITSAR dan untuk mendapatkan korelasi, kami menggunakan metode korelasi *pearson*. Kami melibatkan tiga orang subjek sehat dan kami lakukan minimal 5 kali pengambilan data pada setiap subjek. 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  $\beta$  (beta) pada bagian otak *temporal* pada kanal T3 dengan nilai korelasi 0,8107. 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:** Stimulasi Suara, Domain Frekuensi, EEG, Respon Gelombang Otak



# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Definisi <i>Pure Tone</i> , Suara Instrumen dan Suara Alam.....	3
2.2 Proses Manusia Mendengar.....	3
2.3 <i>Electroencephalograph</i> (EEG).....	4
2.4 <i>EEG Frequency Power Band</i> .....	6
2.4.1 <i>Abssloute Band Power</i> .....	7
BAB 3 METODOLOGI.....	8
3.1 Subjek.....	8
3.2 <i>Ethical Clearance</i> .....	8
3.3 Design Eksperimen.....	9

3.3.2 <i>Pre – Process</i> .....	9
3.3.3 <i>Process</i> .....	9
3.3.4 <i>Post – Process</i> .....	9
3.4 Perekaman Data .....	10
3.5 Pengolahan Data .....	10
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>13</b>
4.1 Hubungan antara suara <i>pure tone</i> dengan respon otak .....	13
4.2 Hubungan antara stimulasi musik atau suara <i>instrument</i> dan respon otak .....	17
4.3 Hubungan antara <i>nature sound</i> dan respon otak.....	20
4.4 Hubungan antar ketigas timulasi ( <i>pure tone, instrument</i> dan <i>nature sound</i> ).....	23
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>25</b>
5.1 Kesimpulan .....	25
5.2 Saran .....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>26</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>28</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema proses mendengar pada manusia (bagian telinga) [12].....	3
Gambar 2.2. Ilustrasi otak [13].....	4
Gambar 2.3. Peletakkan posisi elektroda pada EEG [14] .....	5
Gambar 2.4. Sinyal EEG [15] .....	5
Gambar 2.5. Hasil dekomposisi frekuensi pada otak [14].....	6
Gambar 3.1. Design Eksperimen.....	9
Gambar 3.2 Ilustrasi posisi subjek duduk dikursi pada saat pengambilan data EEG tampak dari atas, S = Subjek, P = Peneliti (kiri), Pemasangan EEG (kanan) .....	10
Gambar 3.3 Visualisasi sinyal yang di transformasikan kedalam domain frekuensi pada kanal T3 (bawah). Non – Stimulasi (a), <i>Pure Tone</i> (b), <i>Instrument</i> (c), dan <i>Nature Sound</i> (d) .....	11
Gambar 4.1 Spektrum frekuensi pada rentang 8 – 30 Hz pada kanal T3 non stimulasi (kiri) dan <i>pure tone</i> (kanan), dimana pada frekuensi ini terjadinya banyak perubahan yang mengindikasikan bahwa subjek sedang terstimulasi oleh suara. ....	13
Gambar 4.2 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 1 terhadap stimulasi <i>pure tone</i> dengan respon otak .....	14
Gambar 4.3 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 2 terhadap stimulasi <i>pure tone</i> dengan respon otak. ....	15
Gambar 4.4 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 3 terhadap stimulasi <i>pure tone</i> dengan respon otak. ....	15
Gambar 4.5 Grafik rata – rata <i>band power</i> setiap subjek pada kanal F7, F8, T4 dan T6 dengan stimulasi <i>pure tone</i> .....	16
Gambar 4.6 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 1 terhadap stimulasi <i>instrument</i> dengan respon otak. ....	17
Gambar 4.7 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 2 terhadap stimulasi <i>instrument</i> dengan respon otak. ....	18
Gambar 4.8 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 3 terhadap stimulasi <i>instrument</i> dengan respon otak. ....	18
Gambar 4.9 Grafik rata – rata <i>band power</i> setiap subjek pada kanal F3 dan T3 dengan stimulasi <i>instrument</i> .....	19
Gambar 4.10 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 1 terhadap stimulasi <i>nature sound</i> dengan respon otak.....	20

Gambar 4.11 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 2 terhadap stimulasi *nature sound* dengan respon otak.....21

Gambar 4.12 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 3 terhadap stimulasi *nature sound* dengan respon otak.....22

Gambar 4.13 Grafik rata – rata *band power* setiap subjek pada kanal F3, Fz, F8, C4 dan P4 dengan stimulasi *nature sound* .....23



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 <i>Frequency Power Band</i> dan kondisi yang akan menyebabkan kemunculan <i>Frequency power band</i> .....	7
Tabel 2. Tabel korelasi metode <i>pearson</i> .....	12
Tabel 3 Hasil korelasi subjek 1 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>pure tone</i> terhadap respon otak .....	14
Tabel 4 Hasil korelasi subjek 2 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>pure tone</i> terhadap respon otak .....	15
Tabel 5 Hasil korelasi subjek 3 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>pure tone</i> terhadap respon otak .....	16
Tabel 6 Hasil korelasi dari stimulasi <i>pure tone</i> terhadap respon otak.....	16
Tabel 7 Hasil korelasi subjek 1 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>instument</i> terhadap respon otak .....	17
Tabel 8 Hasil korelasi subjek 2 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>instument</i> terhadap respon otak .....	18
Tabel 9 Hasil korelasi subjek 3 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>instument</i> terhadap respon otak .....	19
Tabel 10 Hasil korelasi setiap subjek yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>instument</i> terhadap respon otak.....	19
Tabel 11 Hasil korelasi subjek 1 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>nature sound</i> terhadap respon otak.....	20
Tabel 12 Hasil korelasi subjek 2 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>nature sound</i> terhadap respon otak.....	21
Tabel 13 Hasil korelasi subjek 3 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>nature sound</i> terhadap respon otak.....	22
Tabel 14. Hasil korelasi setiap subjek yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi <i>nature sound</i> terhadap respon otak.....	23



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

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, Depapepe dan lainnya, hingga musik yang diiringi oleh vokal seperti, *The Beatles*, Tulus, Tompi dan yang lainnya. Musik – musik yang dahulu sebagai pengiring ritual kepercayaan tertentu sudah bergeser dan terus berkembang hingga musik digunakan sebagai variabel atau objek penelitian. Penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain mendapatkan hasil bahwa musik dapat 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].

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*) yaitu suara yang berasal dari selain organisme non – manusia yang dihasilkan dari sumber – sumber alami dan non biologis, 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.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu seberapa besar korelasi dari gelombang otak dan bagian yang dominan ketika diberikan stimulasi suara alam dan suara *instrument*?

### **1.3 Batasan Masalah**

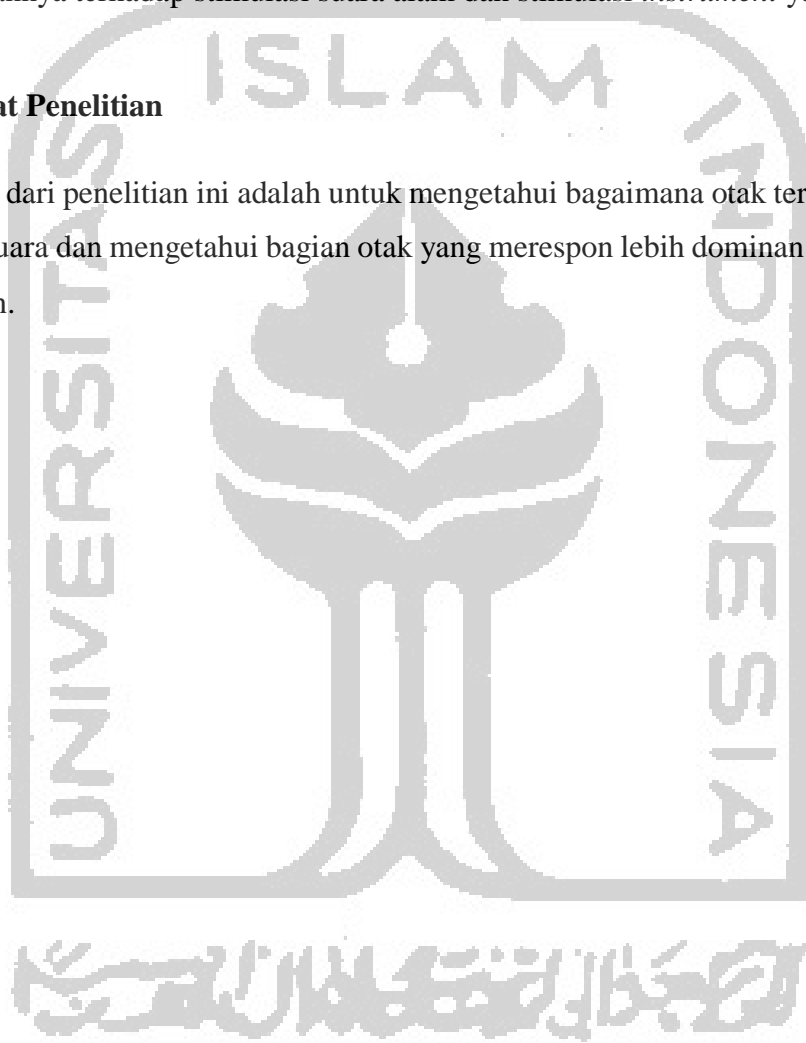
Hanya menggunakan suara *pure tone*, *instrument* dan suara alam untuk stimulus suara. Subjek yang digunakan berjumlah 3 orang yang berasal dari mahasiswa teknik elektro.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui korelasi dari respon gelombang otak dan bagian dominannya terhadap stimulasi suara alam dan stimulasi *instrument* yang diberikan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana otak terpengaruh oleh suatu stimulasi jenis suara dan mengetahui bagian otak yang merespon lebih dominan terhadap jenis suara yang diberikan.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi *Pure Tone*, Suara Instrumen dan Suara Alam

*Pure tone* merupakan suara dengan bentuk gelombang sinusoidal dengan frekuensi tertentu [8]. Suara *Instrument* adalah suara yang berasal dari alat – alat musik seperti alat gesek, alat tiup dan alat pukul [9], contoh seperti suara piano atau alat *instrument* lainnya, sementara untuk definisi suara alam yaitu suara yang berasal dari selain organisme non – manusia yang dihasilkan dari sumber – sumber alami dan non biologis [10], contohnya seperti suara burung, suara air, suara angin yang mengenai pepohonan dan lainnya.

#### 2.2 Proses Manusia Mendengar

Manusia merupakan makhluk yang kompleks, berawal dari informasi suara yang masuk ke dalam telinga hingga diproses didalam otak [11]. Hal ini disebabkan karena manusia memiliki organ auditori yang dapat mengolah hal tersebut. Informasi suara yang datang akan merambat masuk kedalam lubang telinga (*outer ear canal*) yang nantinya akan menggetarkan gendang telinga (*tympanum*) selanjutnya mengerjakan *stapes* (*stirrup*).

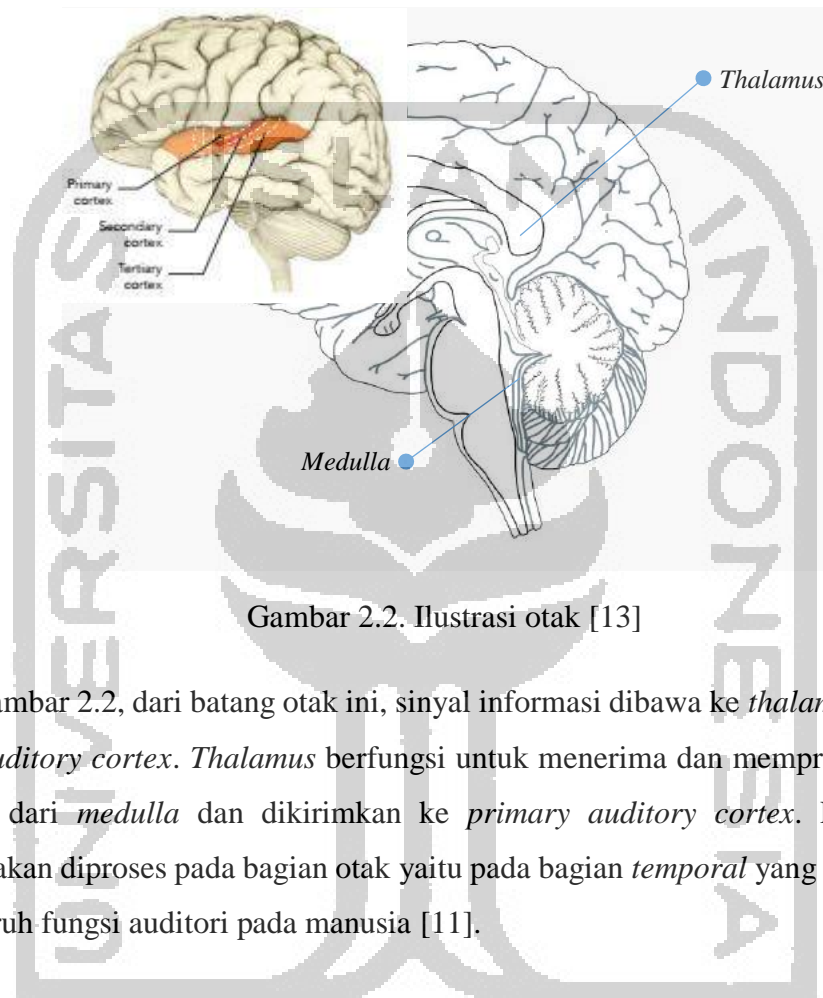
Getaran yang dihasilkan oleh informasi suara, yang menggerakkan ujung *stapes* ikut menggetarkan rumah siput/*cochlea*. Getaran yang dihasilkan didalam *cochlea* ini yang membuat getaran berfrekuensi yang selanjutnya dirasakan oleh rambut yang berada didalam *cochlea* atau *hensenn's cell*. Getaran yang ditangkap ini akan diubah menjadi sinyal – sinyal elektrik.



Gambar 2.1. Skema proses mendengar pada manusia (bagian telinga) [12]

Pada Gambar 2.1, sinyal informasi yang telah ditangkap melalui bagian telinga akan diteruskan ke bagian otak. Otak merupakan bagian tubuh dari manusia yang memiliki kendali

penuh atas kontrol semua tubuh. Otak memiliki peran penting dalam keberlangsungan hidup seseorang, mulai dari aktivitas melihat, memahami informasi, mendengar, bergerak, pengelolaan emosi dan hal lainnya yang dimiliki setiap manusia. Otak terbagi dari beberapa bagian serta memiliki fungsi yang berbeda, seperti *cerebrum*, *cerebellum* dan *brainstem* (batang otak). Dalam proses manusia agar dapat mendengar yaitu berupa, informasi yang berasal dari telinga akan masuk ke dalam *medulla*, dimana *medulla* terletak pada batang otak.



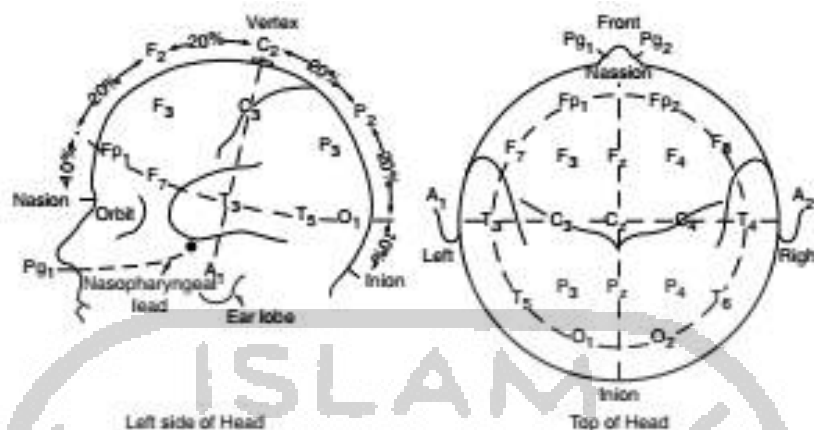
Gambar 2.2. Ilustrasi otak [13]

Pada Gambar 2.2, dari batang otak ini, sinyal informasi dibawa ke *thalamus* lalu dikirimkan ke *primary auditory cortex*. *Thalamus* berfungsi untuk menerima dan memproses sinyal listrik yang berasal dari *medulla* dan dikirimkan ke *primary auditory cortex*. Proses pengolahan informasi ini akan diproses pada bagian otak yaitu pada bagian *temporal* yang bertanggung jawab terhadap seluruh fungsi auditori pada manusia [11].

### 2.3 Electroencephalograph (EEG)

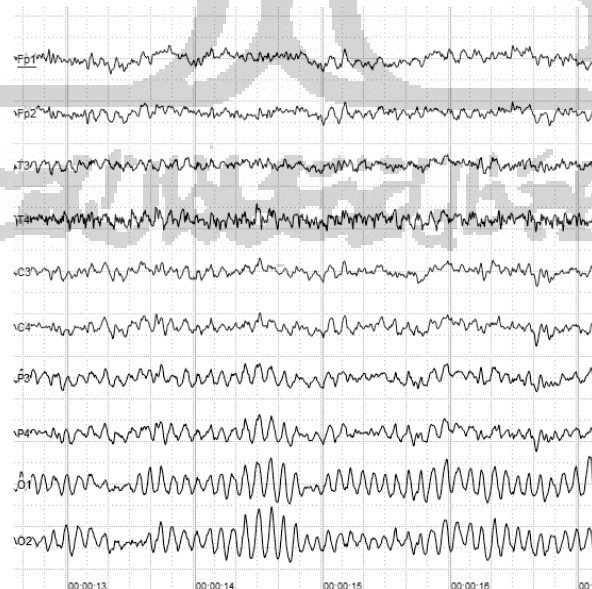
EEG merupakan perangkat bantu medis yang mendeteksi potensial listrik pada kulit kepala melalui elektroda - elektroda untuk membantu merekam aktivitas otak [14]. EEG sendiri digunakan dalam dunia medis untuk melakukan riset terhadap kelainan pada otak, dimana seperti yang telah dibahas bahwa otak merupakan pusat segala kontrol bagi tubuh manusia. Penyakit atau kelainan pada otak yang saat diobservasi menggunakan EEG antara lain, autisme, *tumors*, hilangnya memori, rusaknya pendengaran atau mata dan lainnya [15]. Dalam pemasangan elektroda memiliki prosedur yang pada umumnya menggunakan prosedur 10 – 20 *placement systems*. Seperti Gambar 2.3, dimana pemasangan ini harus diukur secara vertikal dan horizontal. Dimana pada posisi vertikal diukur dari bagian *nasion* (dibawah dahi antara kedua alis/*glabella*) hingga

bagian *vortex* (ubun – ubun) lalu dilanjutkan hingga *inion* (belakang tulang tengkorak kepala/*foramen magnum*).



Gambar 2.3. Peletakkan posisi elektroda pada EEG [14]

Pengukuran jarak antara *nasion* dan *inion* dilakukan dari titik awal *nasion* sampai ke *channel* FPz adalah 10% dari panjang antara *nasion* dengan *inion*, sementara dari *channel* FPz menuju *channel* Fz, Cz, Pz masing – masing 20% dari panjang antara *nasion* dengan *inion*, dan untuk *channel* Pz ke *channel* Oz berjarak 10% dari *nasion* ke *inion*. Sementara dari bagian horizontal dimulai dari *nasopharyngeal* kanan / kiri menuju kiri / kanan. Jarak antar *channel* dari titik awal misal dari kiri ke kanan, dari *nasopharyngeal* menuju *channel* T3 berjarak 10% dari panjang horizontal, sementara dari *channel* T3 menuju *channel* C3, Cz, C4 dan T4 berjarak 20 % dari panjang horizontal, sementara dari *channel* T4 menuju *nasopharyngeal* kanan berjarak 10 % dari panjang horizontal kepala. Untuk tegangan yang dihasilkan pada saat pengukuran EEG kurang lebih senilai 100 mV.



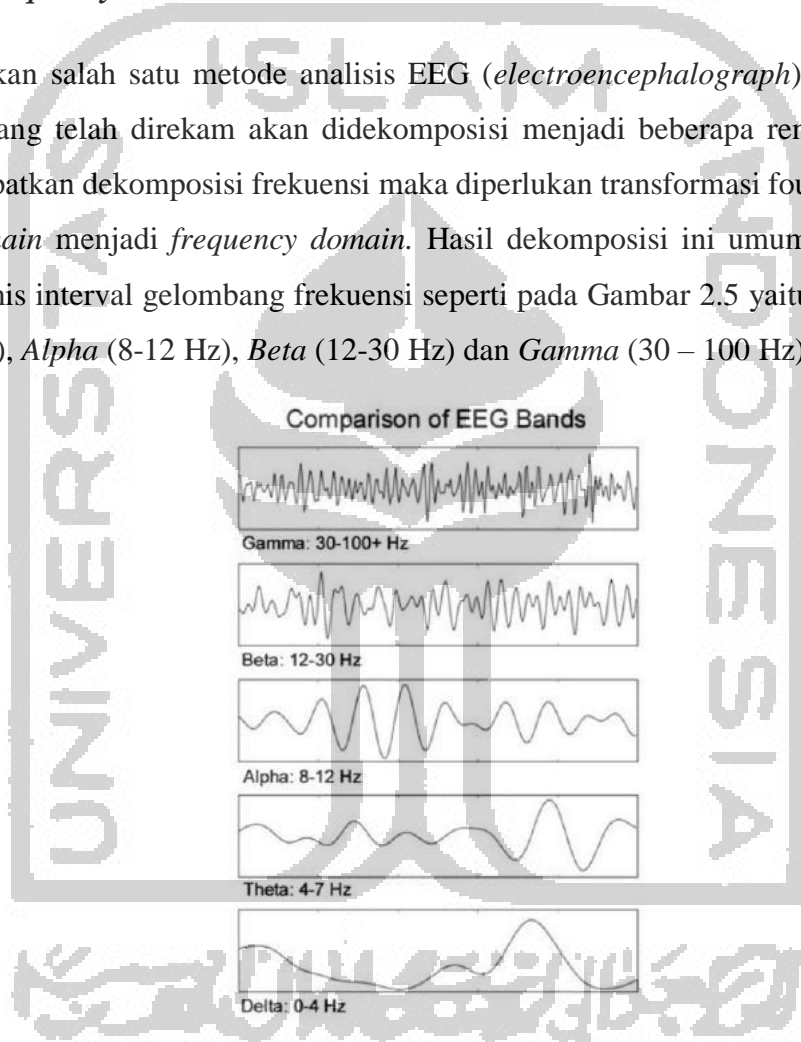
Gambar 2.4. Sinyal EEG [16]



Pada Gambar 2.4 merupakan contoh hasil perekaman sinyal EEG dimana bentuk sinyal tersebut merepresentasikan frekuensi yang terkandung didalamnya. Dalam perekaman aktivitas sinyal listrik pada permukaan otak, setidaknya ada 5 macam gelombang dasar otak yang diantaranya adalah gelombang *Delta*, *Theta*, *Alpha*, *Beta* dan *Gamma*. Untuk mendapatkan kelima gelombang tersebut, diperlukan transformasi dari bentuk asal gelombang tersebut yaitu pada domain waktu diubah menjadi domain frekuensi.

#### 2.4 EEG Frequency Power Band

Merupakan salah satu metode analisis EEG (*electroencephalograph*) dasar yang dimana sinyal EEG yang telah direkam akan didekomposisi menjadi beberapa rentang pita frekuensi. Untuk mendapatkan dekomposisi frekuensi maka diperlukan transformasi fourir untuk mengubah dari *time domain* menjadi *frequency domain*. Hasil dekomposisi ini umumnya yang diketahui memiliki 5 jenis interval gelombang frekuensi seperti pada Gambar 2.5 yaitu *Delta* (0,5 - 4 Hz), *Theta* (4-8 Hz), *Alpha* (8-12 Hz), *Beta* (12-30 Hz) dan *Gamma* (30 – 100 Hz) [14].



Gambar 2.5. Hasil dekomposisi frekuensi pada otak [14]

Setiap *range* frekuensi ini memiliki karakteristik fungsi yang berbeda, seperti gelombang  $\Delta$  (*Delta*), pada kondisi tubuh biasanya seseorang berada pada keadaan *deep sleep*. Untuk gelombang  $\Theta$  (*Theta*), pada kondisi ini tubuh sedang mengalami *self-healing* (penyembuhan sendiri) yang dimana pada kondisi ini seseorang sedang tidur. Untuk gelombang  $\alpha$  (*Alpha*), pada kondisi ini seseorang sedang dalam posisi rileks atau keadaan mengantuk. Pada gelombang  $\beta$  (*Beta*), kondisi ini didapatkan ketika seseorang sedang melakukan aktivitas, seperti membaca,

berpikir, berjalan atau aktivitas yang dilakukan secara sadar. Dan yang terakhir adalah gelombang  $\gamma$  (*Gamma*), gelombang ini terjadi pada saat situasi tertentu seperti halnya dalam keadaan kejuaraan, atau aktivitas yang memiliki sifat persaingan/perlombaan. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, dimana penyebab kemunculannya dapat dipicu dari berbagai kondisi yang biasa dilakukan pada saat kegiatan sehari – hari.

Tabel 1. *Frequency Power Band* dan kondisi yang akan menyebabkan kemunculan *Frequency power band*

	<b>Band Power</b>	<b>Penyebab</b>
1	<i>Delta</i> (1 – 4 Hz)	Pada saat <i>deep sleep</i> /tertidur yang biasanya disertai dengan mimpi
2	<i>Theta</i> (4 – 8 Hz)	Pada saat tertidur
3	<i>Alpha</i> (8 – 12 Hz)	Rileks, mengantuk, meditasi, mata tertutup
4	<i>Beta</i> (12 – 30 Hz)	Saat sedang melakukan aktivitas normal, contoh : berjalan, menulis, dan sebagainya
5	<i>Gamma</i> (> 30 Hz)	Aktivitas yang menguras fisik dan pikiran, dan biasanya aktivitas ini memacu ardenalin

Didalam *band power* ada beberapa analisis yang dapat dipakai yaitu *Relative band power* dan *Absolute Band Power*.

#### 2.4.1 Absolute Band Power

Merupakan kondisi *power* dari gelombang atau dapat disebut kuat gelombang yang terekam. Dengan menggunakan Persamaan 1 [17], maka dapat diketahui seberapa kuat gelombang yang terpancarkan.

$$\text{Absolute Power} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} r_x(k) e^{-jk\omega} \quad (1)$$

Keterangan :

$r_x(k)$  = autokorelasi dalam sinyal periodik

$e^{-jk\omega}$  = fungsi kernel

## BAB 3

### METODOLOGI

Untuk melakukan penelitian, diperlukan langkah – langkah yang tepat. Langkah – langkah ini akan diinformasikan sebagai prosedur dalam pengambilan data dan pengolahan data yang melibatkan seseorang atau subjek sehingga dalam penelitian akan memberikan hasil yang valid. Untuk itu dalam penelitian ini diperlukan kematangan prosedur agar seluruh rangkaian penelitian dapat berjalan sesuai dengan perencanaan.

#### 3.1 Subjek

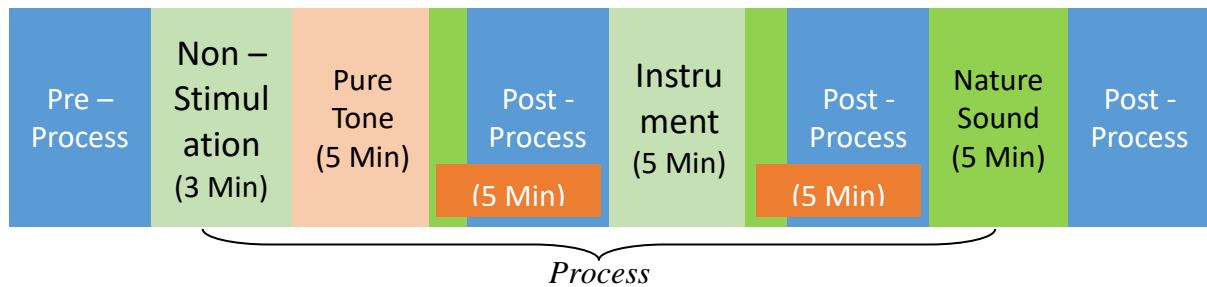
Pada sub bab ini akan menjelaskan mengenai kriteria subjek dalam penelitian ini, kriteria subjek pada penelitian ini yaitu pria, pemilihan pria ini didasarkan efisiensi subjek untuk dilakukan pemasangan *cap* EEG. Kriteria selanjutnya yaitu mahasiswa aktif dan rata – rata usia yaitu 20 tahun. Dan selanjutnya sehat serta cukup tidur. Pemilihan ini untuk memudahkan penelitian karena apabila subjek mengalami sakit ataupun tidak cukup tidur, sinyal elektrik yang direkam diasumsikan bukan dari efek diberikan stimulasi melainkan adanya faktor lain.

Pada penelitian ini, subjek berjumlah 5 orang namun yang dipakai berjumlah 3 orang, dengan masing – masing trial pada setiap subjek berjumlah kurang lebih 5 kali. Pemilihan subjek berjumlah 3 orang dikarenakan 2 subjek sebelumnya memiliki *noise* yang berasal dari subjek dan juga memiliki impedansi yang melebihi batas (10 k $\Omega$ ). *Trial* dilakukan berulang kali 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 paham prosedur dalam pengambilan data. Waktu pengambilan data dilakukan oleh subjek dengan peneliti dengan waktu mulai penelitian yaitu siang/sore hari (12.30 – 17.00 WIB).

#### 3.2 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.

### 3.3 Desain Eksperimen



Gambar 3.1. Desain Eksperimen

#### 3.3.2 Pre – Process

Seperti pada Gambar 3.1, subjek akan diminta untuk duduk dan dijelaskan kembali prosedur dalam pengambilan data penelitian. Sebelum dilakukan pengambilan data, subject akan diberikan pertanyaan mengenai aktivitas dan kondisi subjek. Hal ini berguna untuk memvalidasi pengaruh aktivitas dan setelah diberikan stimulasi.

#### 3.3.3 Process

Pada tahapan process seperti yang disajikan pada Gambar 3.1, subjek akan diukur aktivitas elektrik di kulit kepalanya menggunakan EEG. Subjek akan menggunakan *cap* EEG dengan menggunakan peraturan 10 – 20 *systems* dimana telinga subjek menjadi referensi. Subjek akan direkam datanya sebanyak 4 kali dengan stimulasi yang berbeda dengan mata yang terjaga atau terbuka, duduk dengan tenang (tidak melakukan gerakan yang terus – menerus/tenang) 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.

#### 3.3.4 Post – Process

Pada proses ini yang ditunjukkan pada Gambar 3.1, setelah dilakukan perekaman data, subjek akan ditanyakan mengenai kondisi dari subjek, apakah penelitian untuk subjek tersebut dapat dilanjutkan ataupun tidak.

### 3.4 Perekaman Data

Dalam melakukan perekaman dengan EEG, peneliti menggunakan alat/*device* yang berasal dari Rusia dengan merek MITSAR dan aplikasi bawaan bernama *EEG STUDIO*. 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. Posisi dan pemasangan EEG pada subjek ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Ilustrasi posisi subjek duduk dikursi pada saat pengambilan data EEG tampak dari atas, S = Subjek, P = Peneliti (kiri), Pemasangan EEG (kanan)

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. Untuk suara alam menggunakan suara kicauan burung, aliran air dan angin. Volume yang diberikan kepada subjek  $\pm 40\%$  yang bersumber dari laptop. *Timer*/waktu rekam menggunakan aplikasi bawaan dari perekam EEG.

### 3.5 Pengolahan Data

*Raw data* yang berasal dari EEG akan diolah menggunakan software OCTAVE. *Raw data* EEG akan ditransformasikan ke domain frekuensi yang dimana sebelumnya berada pada domain waktu menggunakan teknik transformasi *fast fourier transform* (FFT) dengan menggunakan Persamaan 2 untuk mendapatkan FFT.



$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi nk/N} \quad , \text{untuk } 0 \leq k \leq N-1 \quad (2)$$

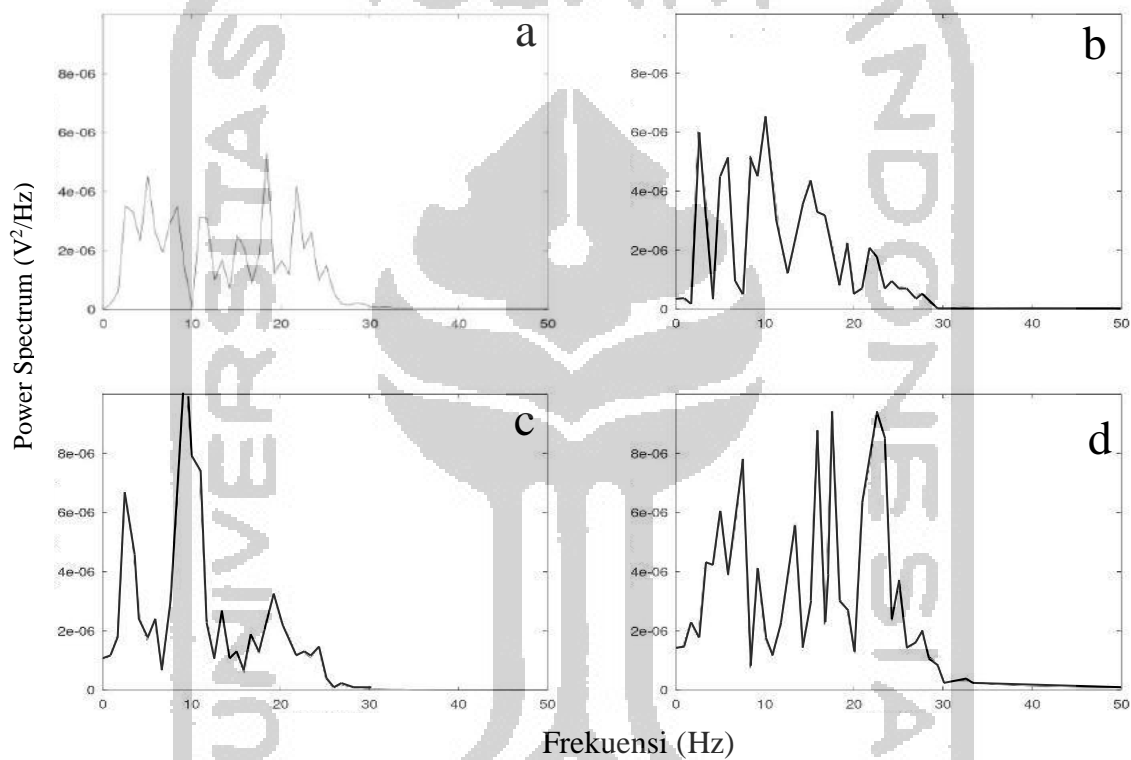
Keterangan :

$k$  = indeks dalam domain frekuensi = 0, 1, ...,  $N-1$

$n$  = indeks dalam domain waktu = 0, 1, ...,  $N-1$

$N$  = Data epoch

Penggunaan transformasi ini berguna untuk melihat adakah *noise* didalamnya. Data yang didapat apabila memiliki komponen frekuensi sebesar 50 Hz maka itu dimungkinkan bahwa frekuensi 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 3.3 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 *absolute band power* dengan kriteria *band power* yaitu gelombang *Delta* (0,5 – 4 Hz), gelombang *Theta* (4 – 8 Hz), *Alpha* (8 – 12 Hz), *Beta* (12 – 30 Hz) dan *Gamma* (>30 Hz) dan dengan menggunakan persamaan 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 tren *epoch* per 30 detik dari keseluruhan data seperti ditunjukkan pada Persamaan 3.

$$epoch (n) = \frac{\text{panjang data}}{\text{frekuensi sampling} \times \text{waktu sampling}} \quad (3)$$

Contoh, apabila kita melakukan perekaman data dan dari hasil perekaman didapati panjang data yang direkam adalah 102344, apabila menggunakan Persamaan 3, dan menggunakan parameter frekuensi *sampling* dan waktu *sampling* yang sama dalam penelitian ini maka *epoch* didapat adalah 13.

Setelah didapatkan *absolute band power* dari *raw data*, maka dilakukan pengolahan *absolute band power* 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*.

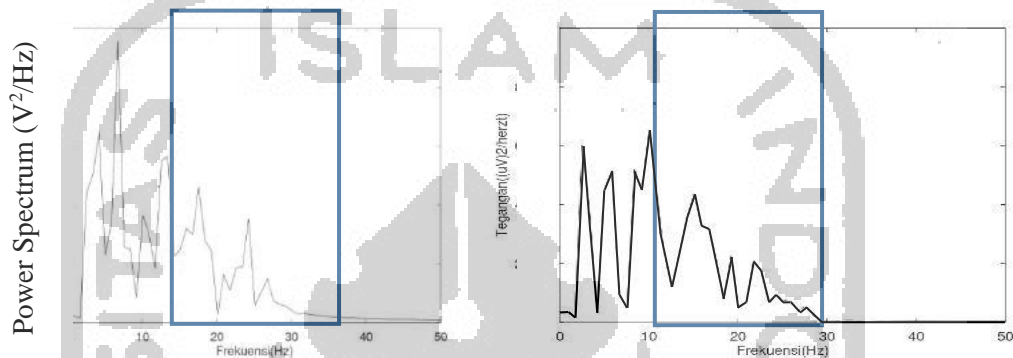
Tabel 2. Tabel korelasi metode *pearson*

<i>Range</i>	<i>Information</i>
0 – 0,199	<i>Very Weak</i>
0,20 – 0,399	<i>Weak</i>
0,40 – 0,599	<i>Moderate</i>
0,60 – 0,799	<i>Strong</i>
0,80 – 1,0	<i>Very Strong</i>

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

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  $\alpha$  (*Alpha*) dan  $\beta$  (*beta*) dengan *range* 8 – 30 Hz.

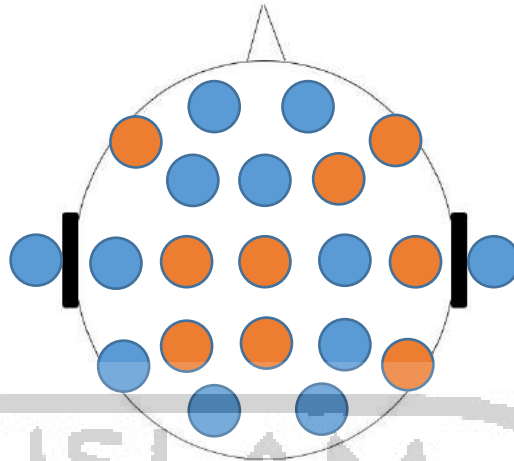


Gambar 4.1 Spektrum frekuensi pada rentan 8 – 30 Hz pada kanal T3 non stimulasi (kiri) dan *pure tone* (kanan), dimana pada frekuensi ini terjadinya banyak perubahan yang mengindikasikan bahwa subjek sedang terstimulasi oleh suara.

Perubahan terlihat dengan melakukan visualisasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan 4.1, dimana *power spectrum* dari *pure tone* berbeda dari ketiga lainnya (non – stimulasi, *instrument*, dan *nature sound*) yang memungkinkan stimulasi *pure tone* terespon 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.

#### 4.1 Hubungan antara suara *pure tone* dengan respon otak

Dari pengambilan data ketiga subjek, maka didapatkan hasil dari masing – masing subjek. Dimana pada saat diberikan stimulasi berupa *pure tone*, gelombang yang paling dominan berkorelasi adalah beta. Pada Gambar 4.2, menunjukkan kondisi dominan subjek 1 ketika diberikan stimulasi suara *pure tone*, dimana bagian kanal yang didominasi ada pada kanal F7, F4, F8, Cz, P3, Pz, P4, T4, T6, O1 dan O2.

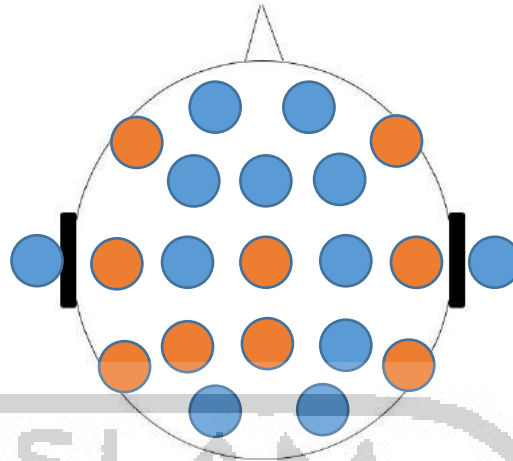


Gambar 4.2 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 1 terhadap stimulasi *pure tone* dengan respon otak

Tabel 3 Hasil korelasi subjek 1 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *pure tone* terhadap respon otak

<i>Channel</i> ( <i>Band Power</i> )	<i>Mean ±</i> <i>StandarDev.</i>	Korelasi			
F7 ( $\beta$ )	0,1206 ± 0,0361	0,9618	Cz ( $\beta$ )	0,0895 ± 0,0211	0,9380
F4 ( $\beta$ )	0,1003 ± 0,0205	0,9286	C3 ( $\beta$ )	0,104 ± 0,0223	0,9462
F8 ( $\alpha$ )	0,1076 ± 0,0207	0,9465	P3 ( $\beta$ )	0,0866 ± 0,0188	0,9486
F8 ( $\beta$ )	0,0914 ± 0,0226	0,9295	Pz ( $\beta$ )	0,0788 ± 0,0179	0,9329
			T4 ( $\beta$ )	0,1045 ± 0,0332	0,9134
			T6 ( $\beta$ )	0,0817 ± 0,0175	0,9383

Dari hasil didapat pada Tabel 3, ketika diberikan stimulasi suara *pure tone* pada subjek 1, kondisi yang terlihat pada EEG adalah intensitas energi dari gelombang  $\beta$  pada bagian *frontal* yang ditandai dengan kanal F7, F4 dan F8. Intensitas energi dari gelombang  $\alpha$  pada bagian frontal untuk kanal F8 adalah 0,9465. Adanya intensitas energi pada bagian tersebut dimungkinkan bahwa subjek sedang mengingat (*memory*) bunyi dari *tone* yang diberikan dan juga merasakan atau merepresentasikan perasaan (emosi) terhadap stimulasi yang diberikan. Sementara adanya intensitas energi dari gelombang  $\beta$  pada kanal *central* yang ditandai pada kanal Cz dan C3, ini dimungkinkan bahwa subjek melakukan aktivitas (bergerak) pada saat diberikan stimulasi. Intensitas energi lainnya ditemukan pada bagian *parietal*, kanal P3 dan Pz, ini dimungkinkan bahwa subjek ketika diberikan stimulasi *pure tone*, subjek mencoba mengenali stimulasi yang diberikan. Untuk hasil lainnya, pada bagian *temporal* terkhusus pada kanal T4 dan T6, pada bagian ini merupakan fungsi utama dari otak untuk melakukan pengenalan terhadap sebuah suara.

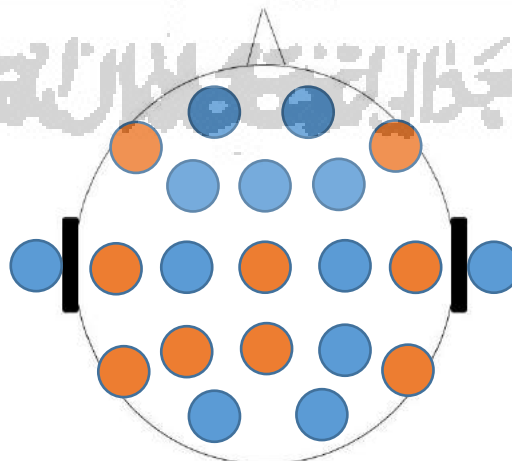


Gambar 4.3 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 2 terhadap stimulasi *pure tone* dengan respon otak.

Tabel 4 Hasil korelasi subjek 2 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi pure tone terhadap respon otak

<i>Channel</i> ( <i>Band Power</i> )	<i>Mean ±</i> <i>StandarDev.</i>	Korelasi	T4 ( $\alpha$ )	0,146 ± 0,0351	0,9313
F7 ( $\beta$ )	0,0796 ± 0,0264	0,9467	T4 ( $\beta$ )	0,0676 ± 0,032	0,9494
F8 ( $\beta$ )	0,079 ± 0,0225	0,9589	T5 ( $\beta$ )	0,063 ± 0,0211	0,9422
T3 ( $\beta$ )	0,0637 ± 0,023	0,9571	T6 ( $\beta$ )	0,0552 ± 0,0162	0,9462
			P3 ( $\beta$ )	0,0674 ± 0,0208	0,9267

Pada Gambar 4.3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa adanya perbedaan pada subjek 2 ketika diberikan stimulasi, perbedaan ini terlihat pada lokasi letak kanal yang terkorelasi. Sehingga didapati bagian yang dominan berada pada *frontal*, *temporal*, dan *parietal*.



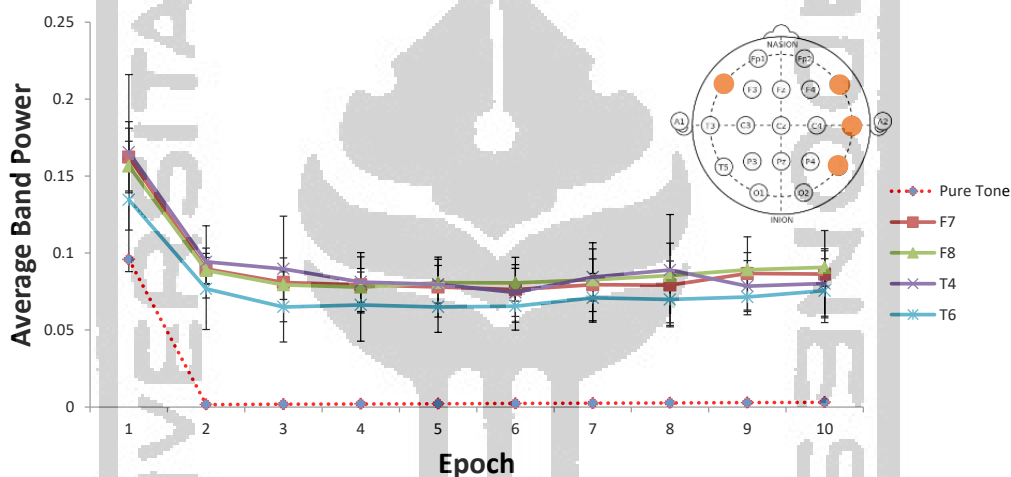
Gambar 4.4 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 3 terhadap stimulasi *pure tone* dengan respon otak.



Tabel 5 Hasil korelasi subjek 3 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *pure tone* terhadap respon otak

<i>Channel – Band Power</i>	<i>Mean ± StandarDev.</i>	Korelasi	T5 (β)	0,076 ± 0,0238	0,964
F7 (β)	0,0877 ± 0,0307	0,9307	T6 (β)	0,0784 ± 0,0252	0,9496
F8 (β)	0,1076 ± 0,0328	0,954	Cz (β)	0,0992 ± 0,0441	0,9426
T3 (β)	0,082 ± 0,0255	0,9052	P3 (β)	0,0768 ± 0,0239	0,9508
T4 (β)	0,0992 ± 0,0441	0,9639	Pz (β)	0,0716 ± 0,0241	0,9112
			P4 (β)	0,0779 ± 0,0246	0,9479

Pada Gambar 4.4 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa adanya perbedaan pada subjek 3 ketika diberikan stimulasi, perbedaan ini terlihat pada lokasi letak kanal yang terkorelasi.



Gambar 4.5 Grafik rata – rata *band power* setiap subjek pada kanal F7, F8, T4 dan T6 dengan stimulasi *pure tone*

Tabel 6 Hasil korelasi dari stimulasi *pure tone* terhadap respon otak

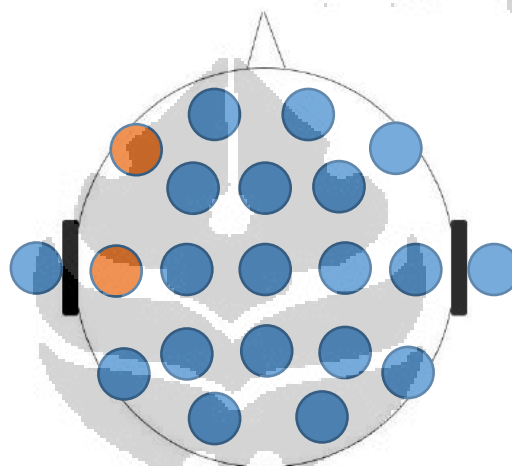
<i>Channel (Band Power)</i>	<i>Mean ± Standar Dev.</i>	Korelasi
F7 (β)	0,0898 ± 0,0211	0,9464
F8 (β)	0,0912 ± 0,0117	0,9530
T4 (β)	0,0917 ± 0,0251	0,9422
T6 (β)	0,0761 ± 0,0215	0,9447

Dari hasil ketiga subjek yang diberikan stimulasi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.5 dan Tabel 6, ada beberapa channel yang dapat disimpulkan bahwa ketika seseorang diberikan

stimulasi *pure tone* sebesar 40 Hz, maka kemungkinan dalam otak akan memproses hasil stimulasi tersebut dan mendominasi intensitas energi dalam pengolahan informasi stimulasi. Intensitas energi tersebut terdapat pada channel F7, F8, T4, dan T6.

#### 4.2 Hubungan antara stimulasi musik atau suara *instrument* dan respon otak

Dari pengambilan data ketiga subjek, maka didapatkan hasil dari masing – masing subjek. Dimana pada saat diberikan stimulasi berupa *instrumen*, gelombang yang berkorelasi bervariasi. Pada Gambar 4.6, menunjukkan kondisi subjek 1 ketika diberikan stimulasi suara *instrument*, dimana bagian ini dominan berada pada kanal T3 dan F7.

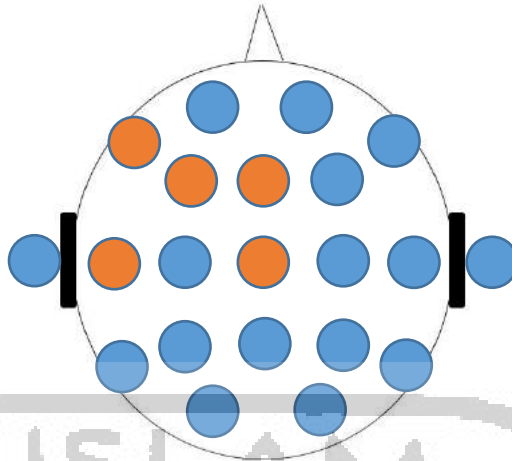


Gambar 4.6 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 1 terhadap stimulasi *instrument* dengan respon otak.

Tabel 7 Hasil korelasi subjek 1 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *instrument* terhadap respon otak

<i>Channel (Band Power)</i>	<i>Mean ± StandarDev.</i>	Korelasi
F7 ( $\beta$ )	0,0015 ± 0,0001	0,7663
T3 ( $\beta$ )	0,0024 ± 0,0004	0,7578

Dari hasil yang didapat dari Gambar 4.6 dan Tabel 7, bahwa pada subjek 1 ketika diberikan stimulasi musik / suara *instrument* maka bagian otak yang berperan penuh berada pada bagian *temporal* dan *frontal*. Kondisi ini dialami oleh subjek 1, dimungkinkan bahwa pada saat mendengarkan stimulasi subjek mencoba memahami ritme dari musik / suara *instrument* dan kondisi pada subjek 1, ketika sedang dilakukan perekaman data dalam keadaan terjaga.

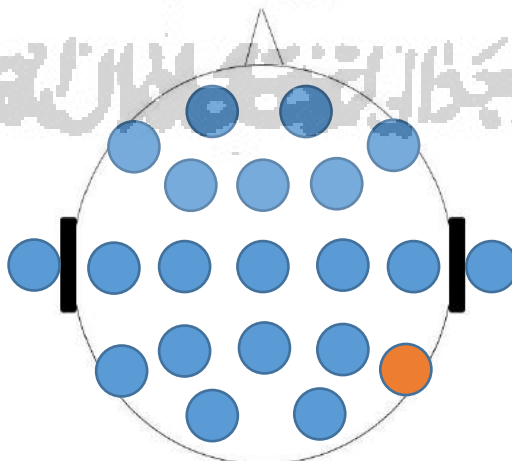


Gambar 4.7 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 2 terhadap stimulasi *instrument* dengan respon otak.

Tabel 8 Hasil korelasi subjek 2 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *instument* terhadap respon otak

<i>Channel (Band Power)</i>	<i>Mean ± StandarDev.</i>	Korelasi
F3 ( $\beta$ )	0,0022 ± 0,0002	0,9020
F7 ( $\beta$ )	0,0022 ± 0,0001	0,8140
Fz ( $\beta$ )	0,0016 ± 0,0001	0,7495
Cz ( $\beta$ )	0,0015 ± 0,0001	0,8878

Dari hasil yang disajikan pada Tabel 8 dan Gambar 4.7, ada informasi yang dapat diamati yaitu dominan gelombang atau *band* adalah  $\beta$  (*beta*), ini disebabkan ketika diberikan stimulasi musik / suara *instrument*. Subjek menunjukkan respon ketika mendengarkan stimulasi yang dapat diasumsikan bahwa subjek sedang mengingat dari ritme/suara stimulasi tersebut.

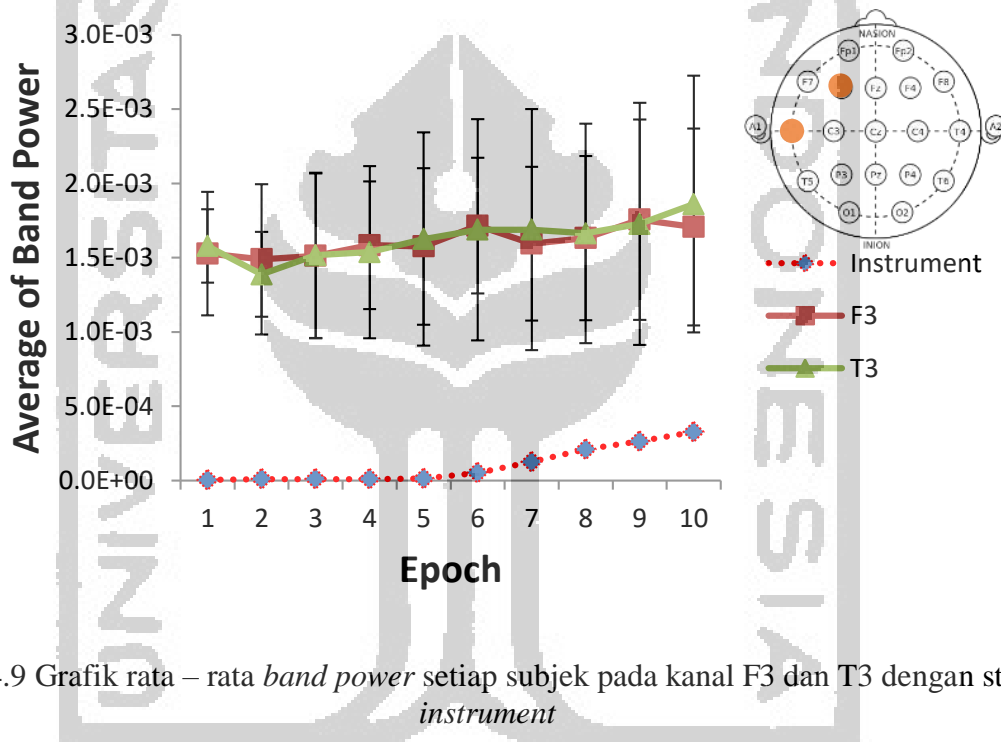


Gambar 4.8 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 3 terhadap stimulasi *instrument* dengan respon otak.

Tabel 9 Hasil korelasi subjek 3 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *instument* terhadap respon otak

<i>Channel (Band Power)</i>	<i>Mean ± StandarDev.</i>	Korelasi
T6 (β)	0,0023 ± 0,0007	0,4820

Dari hasil yang disajikan pada Tabel 9 dan Gambar 4.8, ada informasi yang dapat diamati yaitu pada subjek ketiga, korelasi yang didapat sangatlah kecil, korelasi yang sangat kecil ini dimungkinkan bahwa pada saat pengambilan data, adanya kecacatan atau subjek merespon stimulasi sangatlah kecil. Namun informasi yang lain adalah pada saat subjek mendengar, ada pada beberapa bagian dari otak yang akan merespon sebuah suara yang dibuktikan pada bagian *temporal* subjek 3 yaitu pada kanal T6.



Gambar 4.9 Grafik rata – rata *band power* setiap subjek pada kanal F3 dan T3 dengan stimulasi *instrument*

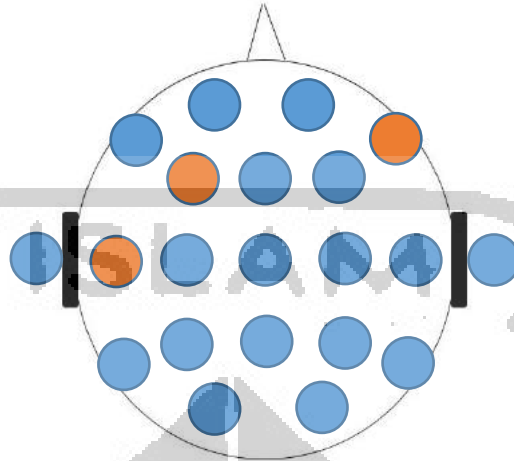
Tabel 10 Hasil korelasi setiap subjek yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *instument* terhadap respon otak

<i>Channel (Band Power)</i>	<i>Mean ± StandarDev.</i>	Korelasi
T3 (β)	0,0016 ± 0,0001	0,8107
F3 (β)	0,0016 ± 0,0001	0,7527

Dari hasil yang disajikan pada Gambar 4.9 dan Tabel 10, ada informasi yang dapat diamati yaitu dominan gelombang atau *band* berada pada beta, dan kanal yang mempengaruhi adalah pada bagian *temporal* dan *frontal*. Pengambilan rata – rata dari setiap subjek ini untuk melihat dari setiap subjek dominasi dari bagian otak.

### 4.3 Hubungan antara *nature sound* dan respon otak

Dari pengambilan data ketiga subjek yang ditunjukkan dari Gambar 4.10 dan Tabel 11, maka didapati hasil masing – masing subjek seperti dibawah ini,

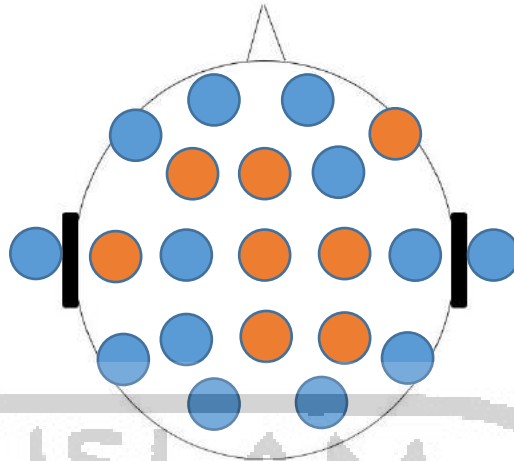


Gambar 4.10 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 1 terhadap stimulasi *nature sound* dengan respon otak.

Tabel 11 Hasil korelasi subjek 1 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *nature sound* terhadap respon otak

<i>Channel (Band Power)</i>	<i>Mean ± StandarDev.</i>	Korelasi
F3 ( $\beta$ )	0,0014 ± 0,0001	0,7904
F8 ( $\beta$ )	0,0013 ± 0,0001	0,8156
T3 ( $\beta$ )	0,0021 ± 0,0003	0,8833

Dimana pada saat diberikan stimulasi berupa *nature sound*, gelombang yang dihasilkan memiliki korelasi yang bervariasi. Pada Gambar 4.10, menunjukkan kondisi subjek 1 ketika diberikan stimulasi suara *nature sound*, dimana bagian kanal yang dominan berada pada kanal F3, F8 dan T3. Jika peneliti melihat, ketika diberikan stimulasi suara alam / *nature sound* kepada subjek 1, hasil yang didapat menunjukkan pada bagian *frontal*, diasumsikan sedang merasakan (beremosi) terhadap stimulasi yang diberikan. Sementara untuk *temporal* subjek sedang mengolah informasi suara yang didapat.

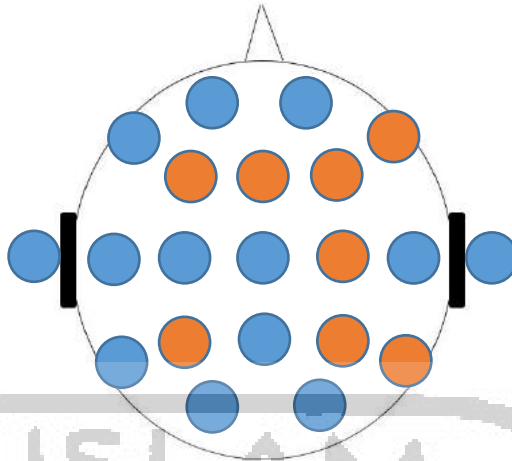


Gambar 4.11 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 2 terhadap stimulasi *nature sound* dengan respon otak.

Tabel 12 Hasil korelasi subjek 2 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *nature sound* terhadap respon otak

<i>Channel (Band Power)</i>	<i>Mean ± StandarDev.</i>	Korelasi			
			Cz ( $\alpha$ )	0,0047 ± 0,0003	0,7682
			C4 ( $\alpha$ )	0,0043 ± 0,0004	0,7648
F3 ( $\alpha$ )	0,0043 ± 0,0003	0.7285	C4 ( $\beta$ )	0,0013 ± 0,0001	0,7368
Fz ( $\beta$ )	0,0045 ± 0,0003	0.7843	Pz ( $\alpha$ )	0,0059 ± 0,0006	0,7116
F8 ( $\beta$ )	0,0020 ± 0,0001	0.7657	P4 ( $\alpha$ )	0,0061 ± 0,0005	0,7281
T3 ( $\alpha$ )	0,0033 ± 0,0002	0.8052			

Pada Gambar 4.11 dan Tabel 12, Gambar dan Tabel menunjukkan kondisi subjek 2 ketika diberikan stimulasi suara *nature sound*, dimana bagian kanal yang dominan memiliki gelombang  $\alpha$  (*Alpha*) berada pada kanal F3, Cz, C4, Pz, P4 dan T3. Sementara untuk dominan memiliki gelombang  $\beta$  (*beta*) berada pada channel Fz, F8 dan C4. Informasi yang didapat dari subjek 2 ini adalah pada bagian *temporal* subjek dominan memahami dan melakukan pengolahan informasi suara pada kanal T3, untuk bagian *frontal*, bagian ini mengalami rileksasi dimana pada kanal F3, Fz dan F8.

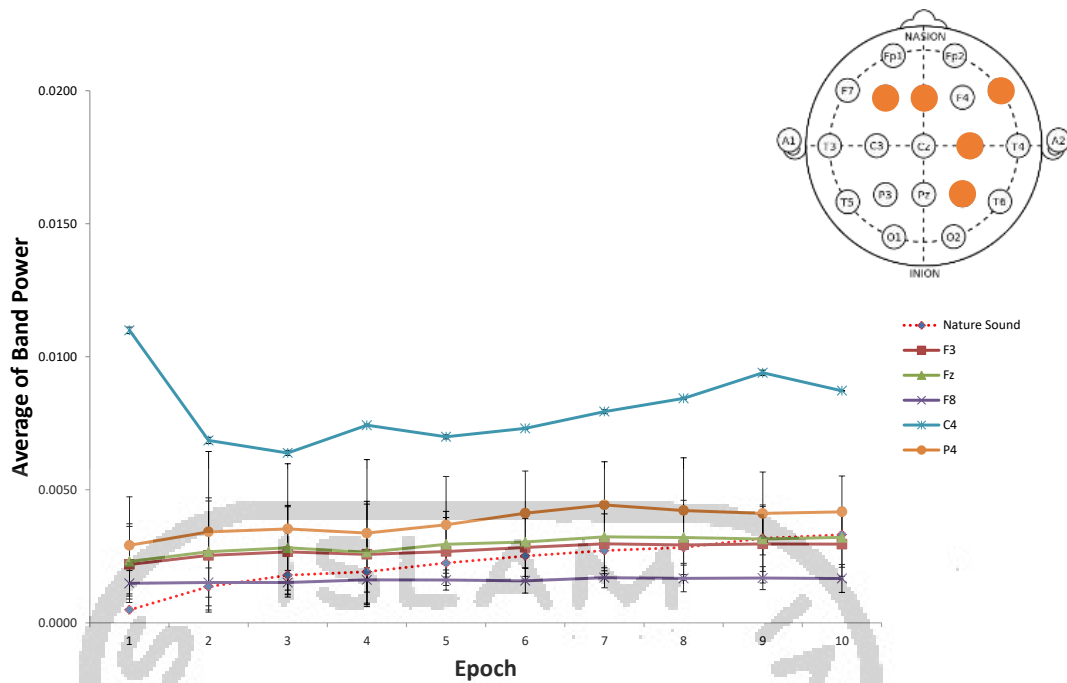


Gambar 4.12 Hasil dari korelasi yang dilakukan pada subjek 3 terhadap stimulasi *nature sound* dengan respon otak.

Tabel 13 Hasil korelasi subjek 3 yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *nature sound* terhadap respon otak

<i>Channel</i> ( <i>Band Power</i> )	<i>Mean ±</i> <i>StandarDev.</i>	Korelasi	C4 ( $\beta$ )	0,0013 $\pm$ 0,0001	0,9002
F3 ( $\alpha$ )	0,0022 $\pm$ 0,0005	0,8682	T5 ( $\alpha$ )	0,0030 $\pm$ 0,0008	0,8132
Fz ( $\alpha$ )	0,0025 $\pm$ 0,0006	0,8810	T6 ( $\alpha$ )	0,0040 $\pm$ 0,0011	0,8595
F4 ( $\alpha$ )	0,0021 $\pm$ 0,0004	0,8862	P3 ( $\alpha$ )	0,0024 $\pm$ 0,0007	0,8440
F4 ( $\beta$ )	0,0014 $\pm$ 0,0001	0,8231	P4 ( $\alpha$ )	0,0033 $\pm$ 0,0010	0,8490
F8 ( $\alpha$ )	0,0020 $\pm$ 0,0004	0,8582	P4 ( $\beta$ )	0,0012 $\pm$ 0,0001	0,8070

Pada Gambar 4.12 dan Tabel 13, Gambar dan Tabel menunjukkan kondisi subjek 3 ketika diberikan stimulasi suara *nature sound*, dimana pada subjek 3 ini, subjek didominasi oleh 2 *band* yaitu  $\alpha$  (*Alpha*) dan  $\beta$  (*beta*). Pada bagian *frontal*, subjek didominasi gelombang *Alpha* yang menunjukkan bahwa subjek dimungkinkan sedang mengalami rileksasi ketika diberikan stimulasi ini.



Gambar 4.13 Grafik rata – rata *band power* setiap subjek pada kanal F3, Fz, F8, C4 dan P4 dengan stimulasi *nature sound*

Tabel 14. Hasil korelasi setiap subjek yang didapatkan pada saat diberikan stimulasi *nature sound* terhadap respon otak

<i>Channel (Band Power)</i>	<i>Mean ± StandarDev.</i>	Korelasi
F3 ( $\alpha$ )	0,0027 ± 0,0015	0,7984
Fz ( $\alpha$ )	0,0029 ± 0,0014	0,8326
F8 ( $\beta$ )	0,0016 ± 0,0005	0,7909
C4 ( $\beta$ )	0,0080 ± 0,0001	0,8185
P4 ( $\alpha$ )	0,0038 ± 0,0020	0,7845

Dari hasil yang disajikan pada Tabel 14 dan yang ditampilkan pada Gambar 4.13, memiliki informasi yang dapat diamati yaitu dominan pada bagian *central*, *parietal* dan *frontal*. Pengambilan rata – rata dari setiap subjek ini untuk melihat dari setiap subjek dominasi dari bagian otak.

#### 4.4 Hubungan antar ketigas timulasi (*pure tone*, *instrument* dan *nature sound*)

Melihat dari hasil ketiga subjek bahwa setiap pemberian stimulasi suara akan direspon oleh otak berbeda beda oleh setiap orang [18], [19]. 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 *puretone* adalah bagian *frontal* terkhusus pada kanal F7 dan F8. Pada pemberian stimulasi *puretone* 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* [20].

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 F8 dominasi yang sama pada setiap subjek. Ini dapat diinformasikan bahwa pada saat pemberian stimulasi *nature sound* maka bagian *frontal* terkhusus F3, Fz dan F8 akan memproses informasi berupa kondisi emosi dari setiap subjek. Dan juga pada bagian *central* terkhusus C4, ini mengindikasikan bahwa kondisi tubuh dari setiap subjek dapat dikatakan sedang mengalami rileksasi. Sementara pada bagian *parietal*, tubuh sedang mengolah informasi atau sedang merepresentasikan informasi kedalam bentuk emosi. Pada pemberian stimulasi *nature sound* dari hasil korelasi yang terlihat bahwa korelasi tertinggi berada pada kanal Fz dengan nilai 0,8326. Ini menunjukkan bahwa ketika diberikan stimulasi *nature sound*, maka pada otak akan banyak merespon pada kanal Fz atau bagian *frontal* [20]. Untuk pemberian stimulasi suara *instrument*, kondisi dari ketiga subjek didominasi oleh bagian otak *temporal* dan *frontal* terkhusus pada kanal T3 dan F3, ini menginformasikan bahwa pada kanal T3, informasi suara sedang diproses dan pada kanal F3, informasi yang telah diproses, pada bagian ini subjek akan merepresentasikan perasaan yang didapatkan ketika diberikan stimulasi (beremosi) tersebut. Dan pemberian stimulasi *instrument*, didominasi oleh kanal T3 dengan nilai 0,8107. Hal ini dapat diperkuat karena suara yang telah didengarkan oleh setiap subjek merupakan hal yang baru didengar.

Pemberian stimulasi suara alam dan suara instrumen akan memiliki respon yang berbeda, perbedaan respon ini dikarenakan pengalaman dan kesukaan subjek dalam mendengarkan suara [21]. Sehingga dalam beberapa kasus, respon otak terhadap pemberian musik tertentu dapat memberikan efek positif seperti relaksasi dan lainnya [22]. 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 [23]. 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 [23], [24].

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengambilan data menggunakan EEG 3 subjek yang sehat :

1. Setiap subjek merespons stimulasi suara berbeda – beda berdasarkan faktor fisiologis dan minat/pengalaman dari masing – masing subjek.
2. Pemberian stimulasi suara bekerja dominan dibagian *frontal* dengan nilai korelasi di atas 0,7.

#### 5.2 Saran

Peneliti berharap dengan adanya penelitian ini, dapat dikembangkan untuk aplikasinya dalam hal membantu mengurangi kecemasan ataupun mengurangi tingkat stress. Dan juga fasilitas ditingkatkan agar dapat terhindar dari berbagai macam *noise*.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Goodall, *The Story of Music From Babylon to the Beatles: How Music Has Shaped Civilization*, 1 ed. America: Pegasus Book, 2012.
- [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*, 1 ed., Netherlands: 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. J. Cavanaugh, J. A. Wilkes, dan J. C. Jaffe, "Architectural Acoustics: Principles and Practice," *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 105, no. 5, hlm. 2548–2548, Mei 1999.
- [9] "Seni Suara Instrumental," *KBBI*. [Daring]. Tersedia pada: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/seni%20suara%20instrumental>. [Diakses: 21-Nov-2019].
- [10] J. J. Alvarsson, S. Wiens, dan M. E. Nilsson, "Stress Recovery during Exposure to Nature Sound and Environmental Noise," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 7, no. 3, hlm. 1036–1046, Mar 2010.
- [11] R. Carter, *The Human Brain Book*, 1 ed. America: DK Delhi, 2009.
- [12] "How Hearing Works." [Daring]. Tersedia pada: <https://www.medel.com/about-hearing/how-hearing-works>. [Diakses: 06-Okt-2019].
- [13] "Endorestiform Nucleus: Scientist Just Discovered a New Part of the Human Brain." [Daring]. Tersedia pada: <https://www.newsweek.com/endorestiform-nucleus-new-part-human-brain-discovered-scientist-1228367>. [Diakses: 29-Nov-2019].
- [14] W. O. Tatum, *Handbook of EEG interpretation*, 2 ed. New York: Demos Medical Pub., 2014.
- [15] A. J. Casson, M. Abdulaal, M. Dulabh, S. Kohli, S. Krachunov, dan E. Trimble, "Electroencephalogram," dalam *Seamless Healthcare Monitoring*, T. Tamura dan W. Chen, Ed. Cham: Springer International Publishing, 2018, hlm. 45–81.
- [16] "EEG Signal Processing – Potioc." [Daring]. Tersedia pada: <https://team.inria.fr/potioc/old-research-topics/eeg-signal-processing/>. [Diakses: 06-Okt-2019].
- [17] F. Khanam, Md. A. Rahman, dan M. Ahmad, "Evaluating Alpha Relative Power of EEG Signal during Psychophysiological Activities in Salat," dalam *2018 International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET)*, Chittagong, Bangladesh, 2018, hlm. 195–200.
- [18] D. Kent, "The Effect of Music on the Human Body and Mind," Senior Honor Thesis, Liberty University, America, 2006.
- [19] A. Habibi dan A. Damasio, "Music, feelings, and the human brain.," *Psychomusicology Music Mind Brain*, vol. 24, no. 1, hlm. 92–102, 2014.
- [20] J. Warren, "How does the brain process music?," *ClinMed*, vol. 8, no. 1, hlm. 5, 2008.

- [21] 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.
- [22] G. C. Mornhinweg, "Effects of Music Preference and Selection on Stress Reduction," *J. Holist. Nurs.*, vol. 10, no. 2, hlm. 101–109, Jun 1992.
- [23] V. H. S. dan D. RA, *Hearing Loss: Determining Eligibility for Social Security Benefits*. Washington, D.C.: National Academies Press, 2004.
- [24] 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.



## LAMPIRAN

### Listing Program :

```

clear;
close all;
clear al

% Load EEG Data
SR = 250;
detik = 30;
windowx = SR*detik;

data = dlmread('E_I.txt');
%data = audioread('40Hz.wav');
epoch_per = floor(length(data)/windowx);
data_F1 = data(:,17);
o = 7;

tegangan = 0.3/16777216; %mengubah ke mV

%Bandpass Filter
[b,a] = butter(o,[0.017 0.2]);
xfilter = filtfilt(b,a ,data_F1);
%% xfilter = filtfilt(b,a ,data);

awal = 1;
akhir = windowx;

for i = 1:epoch_per % Percobaan 1 = 20 ; Percobaan 2
= 12
awal = awal;
akhir = akhir;
% epoch(i,:)= data(awal:akhir);
epoch(i,:)= xfilter(awal:akhir);
sinyal_fft(i,:) = tegangan*abs(fft(epoch(i,:)));
frek(i,:) = linspace(0,SR,length(sinyal_fft));
awal = akhir+1
akhir = akhir+windowx

%% Band Power Suara
% b_suara(i,:) = find(frek(i,:) > 0.499 & frek(i,:) <
0.501);
% a_suara(i,:) = find(frek(i,:) > 124.9 & frek(i,:) <
125.01);
%
% data_suara(i,:) =
sinyal_fft(i,:)(b_suara(i,:):a_suara(i,:));
% power_suara(i,:) = sum(data_suara(i,:));

% Mencari Delta
b_delta(i,:) = find(frek(i,:) > 0.499 & frek(i,:) <
0.501); %batasbawah
a_delta(i,:) = find(frek(i,:) > 3.99 & frek(i,:) < 4.01);
%batasatas

% Mencari Theta
b_theta(i,:) = find(frek(i,:) > 3.99 & frek(i,:) < 4.01);
%batasbawah

a_theta(i,:) = find(frek(i,:) > 6.99 & frek(i,:) < 7.01);
%batasatas

% Mencari Alpha
b_alpha(i,:) = find(frek(i,:) > 7.99 & frek(i,:) < 8.01);
%batasbawah
a_alpha(i,:) = find(frek(i,:) > 11.99 & frek(i,:) <
12.01); %batasatas

%Mencari Beta
b_beta(i,:) = find(frek(i,:) > 19.99 & frek(i,:) <
20.01); %batasbawah
a_beta(i,:) = find(frek(i,:) > 29.99 & frek(i,:) <
30.01); %batasatas

%Mencari Gamma
b_gamma(i,:) = find(frek(i,:) > 30.99 & frek(i,:) <
31.01); %batasbawah
a_gamma(i,:) = find(frek(i,:) > 39.99 & frek(i,:) <
40.02); %batasatas

%% Sinyal
% figure ;
%
plot(frek(i,:)(1:round(length(frek(i,:))/2)),sinyal_fft(i,
:)(1:round(length(frek(i,:))/2)), 'r');
% ylim([0, 0.00007]);
% xlim([0, 50]);
% xlabel('frekuensi(Hz)');
% ylabel('Tegangan((uV)/2/herzt)');
% grid on;
%

% Power Delta
data_delta(i,:) =
sinyal_fft(i,:)(b_delta(i,:):a_delta(i,:));
power_delta(i,:) = sum(data_delta(i,:));

% Power Theta
data_theta(i,:) = sinyal_fft(i,:)
(b_theta(i,:):a_theta(i,:));
power_theta(i,:) = sum(data_theta(i,:));

%Power Alpha
data_alpha(i,:) = sinyal_fft(i,:)
(b_alpha(i,:):a_alpha(i,:));
power_alpha(i,:) = sum(data_alpha(i,:));

%Power Beta
data_beta(i,:) = sinyal_fft(i,:)(b_beta(i,:):a_beta(i,:));
power_beta(i,:) = sum(data_beta(i,:));

%Power Gamma
data_gamma(i,:) = sinyal_fft(i,:)
(b_gamma(i,:):a_gamma(i,:));

```

```

power_gamma(i,:) = sum(data_gamma(i,:));

% Batas atas dan bawah power total
b_tp(i,:) = find(frek(i,:) > 0.49 & frek(i,:) < 0.501);
a_tp(i,:) = find(frek(i,:) > 39.99 & frek(i,:) < 40.02);

% Total Power Seluruh Band
data_tp(i,:) = sinyal_fft(b_tp(i,:):a_tp(i,:));
power_tp(i,:) = sum(data_tp(i,:));

% Power Ratio Setiap Band
p_delta(i,:) = power_delta(i:)/power_tp(i:);
p_theta(i,:) = power_theta(i:)/power_tp(i:);
p_Alpha(i,:) = power_alpha(i:)/power_tp(i:);
p_beta(i,:) = power_beta(i:)/power_tp(i:);
p_gamma(i,:) = power_gamma(i:)/power_tp(i:);
end

% avg_delta = mean(p_delta);
% avg_theta = mean(p_theta);
% avg_Alpha = mean(p_Alpha);
% avg_beta = mean(p_beta);
% avg_gamma = mean(p_gamma);

% Sinyal
% figure ;
% sinyal_fft = tegangan*abs(fft(data));
% frek = linspace(0,SR,length(sinyal_fft))
% plot(frek(1:round(length(frek)/2)),sinyal_fft(1:roun
d(length(frek)/2)), 'r');
%% ylim([0, 0.001]);
%% xlim([0, 50]);
% xlabel('frekuensi(Hz)');
% ylabel('Tegangan((uV)2/herzt)');
% grid on;

```

