

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*).

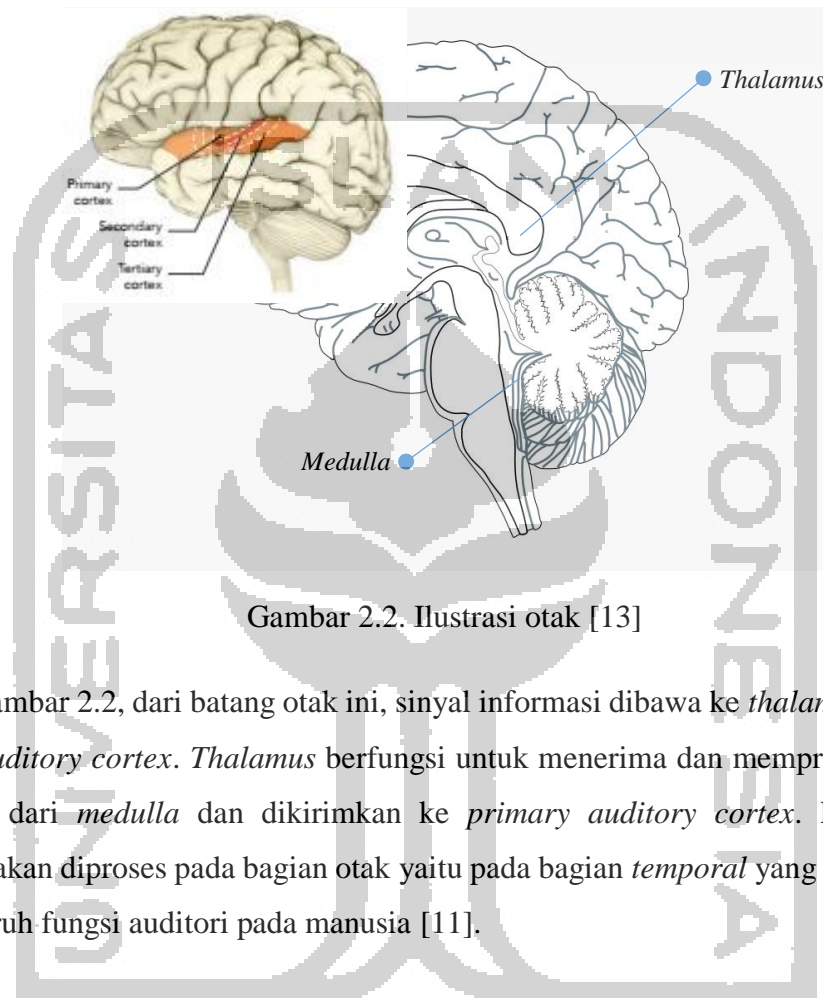
Getaran yang dihasilkan oleh informasi suara, yang menggerakkan ujung *stapes* ikut menggetarkan rumah siput/*cochlea*. Getaran yang dihasilkan didalam *cochlea* ini yang membuat getaran berfrekuensi yang selanjutnya dirasakan oleh rambut yang berada didalam *cochlea* atau *hensenn's cell*. Getaran yang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



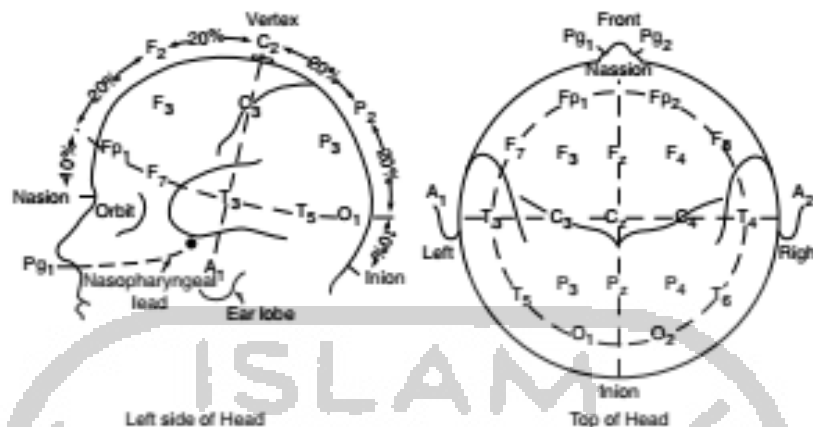
Gambar 2.2. Ilustrasi otak [13]

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)

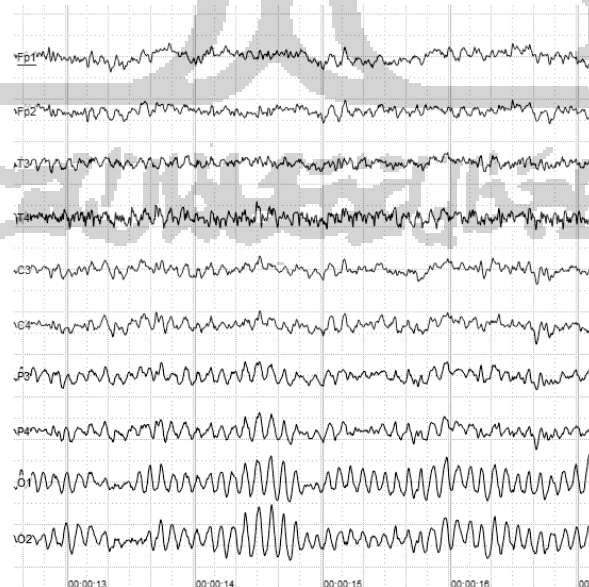
EEG merupakan perangkat bantu medis yang mendeteksi potensial listrik pada kulit kepala melalui elektroda - elektroda untuk membantu merekam aktivitas otak [14]. EEG sendiri digunakan dalam dunia medis untuk melakukan riset terhadap kelainan pada otak, dimana seperti yang telah dibahas bahwa otak merupakan 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.

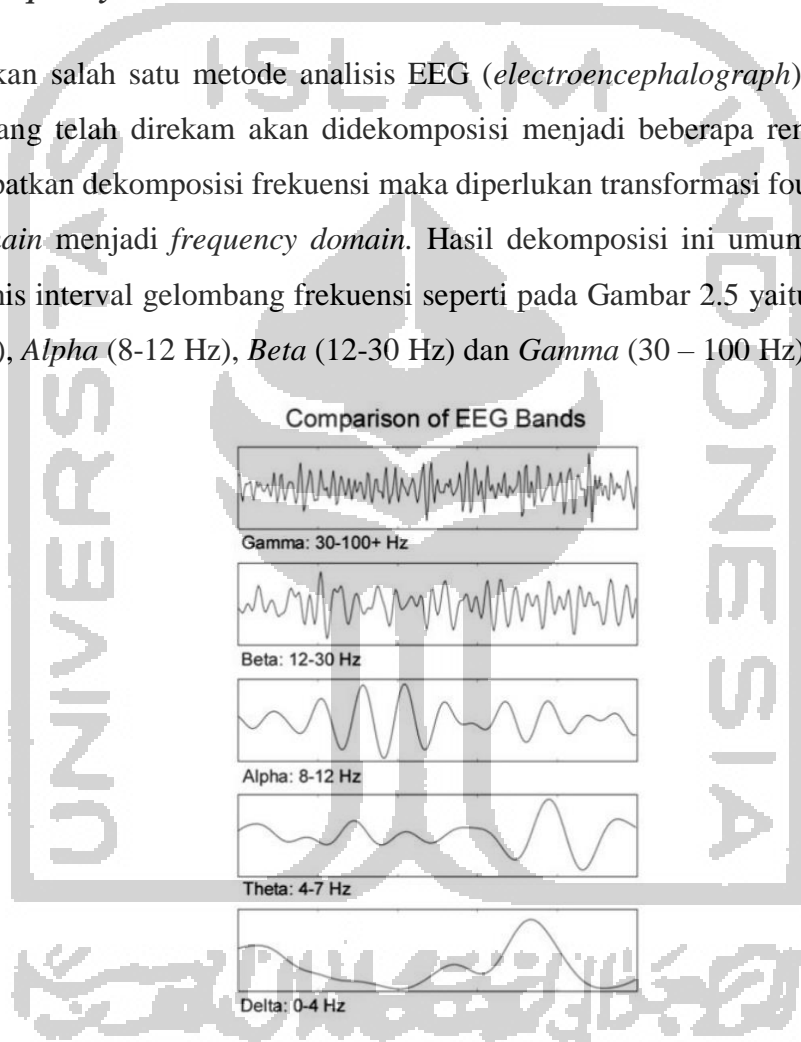


Gambar 2.4. Sinyal EEG [16]

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 Δ (*Delta*), pada kondisi tubuh biasanya seseorang berada pada keadaan *deep sleep*. Untuk gelombang Θ (*Theta*), pada kondisi ini tubuh sedang mengalami *self-healing* (penyembuhan sendiri) yang dimana pada kondisi ini seseorang sedang tidur. Untuk gelombang α (*Alpha*), pada kondisi ini seseorang sedang dalam posisi rileks atau keadaan mengantuk. Pada gelombang β (*Beta*), kondisi ini didapatkan ketika seseorang sedang melakukan aktivitas, seperti membaca,

berpikir, berjalan atau aktivitas yang dilakukan secara sadar. Dan yang terakhir adalah gelombang γ (*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*

	Band Power	Penyebab
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