

Proses Produksi Audio untuk kebutuhan penelitian “pengaruh dan korelasi gelombang audio terhadap gelombang otak manusia”.

Oleh : Fransiskus Rendy Retanubun B.com, MBA

Abstrak

Produksi audio dan suara di Indonesia telah berkerjasama atau menjadi bagian yang beririsan dengan kebutuhan industri lainnya sebagai penunjang produk atau service, dimana pada umumnya kita mengetahui proses produksi audio banyak menunjang kebutuhan musik, film, seni pertunjukan, tv broadcasting, game dan aplikasi perangkat lunak. Seiring berkembangnya kebutuhan produksi audio pada industry lain sebagai penunjang konten yang di produksi, peneliti pada kesempatan ini ingin menjabarkan process produksi audio untuk kebutuhan terapi, dimana dilakukan untuk kebutuhan analisa pada beberapa gelombang yg dapat di terima otak manusia melalui proses penciptaan gelombang delta, theta, alpha, beta dan gama dengan perangkat digital osicilator audio dan juga beberapa aspek dan pertimbangan yang perlu di perhatikan dalam process tersebut.

Kata Pengantar

Pada jurnal ini, peneliti menyajikan hasil process produksi audio yang mengeksplorasi hubungan antara gelombang otak manusia dan gelombang sine wave pada frequency delta, theta, alpha, beta, dan gama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana process produksi audio untuk kebutuhan penelitian frekuensi gelombang otak manusia berhubungan dengan kondisi dan aktivitas mental yang berbeda. Hasil penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang keterkaitan antara gelombang otak dan kondisi mental, yang dapat membantu dalam pengembangan intervensi dan terapi bagi individu yang membutuhkan. Kami berharap bahwa hasil penelitian ini akan menjadi bahan bacaan yang berguna bagi para peneliti dan praktisi dalam bidang ini nanti nya.

Tinjauan Pustaka

Gelombang otak dan frekuensi.

Gelombang otak merupakan aliran elektromagnetik yang dapat diamati dalam aktivitas otak manusia. Gelombang otak dapat dikelompokkan berdasarkan frekuensinya, yaitu delta (0,5-4 Hz), theta (4-8 Hz), alpha (8-13 Hz), beta (13-30 Hz), dan gamma (>30 Hz) (Babiloni et al., 2020). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa setiap frekuensi gelombang otak memiliki korelasi dengan kondisi dan aktivitas mental yang berbeda.

Beberapa studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa frekuensi delta sering terkait dengan kondisi tidur profund (Nir et al., 2018), sedangkan theta sering ditemukan pada kondisi relaksasi dan meditasi (Takano & Harada, 2019). Sementara itu, alpha berkaitan dengan kondisi relaksasi dan pemikiran yang dalam (Chang et al., 2019), dan beta terkait dengan kondisi aktif dan fokus (Santosa et al., 2020). Gelombang gamma, meskipun jarang ditemukan, dikaitkan dengan proses pemrosesan informasi yang intens dan integrasi informasi antar bagian otak (Lutz et al., 2013).

Digital Audio

Digital audio adalah representasi numerik dari suara analog. Berkat kemajuan teknologi, digital audio saat ini menjadi salah satu media yang paling populer untuk merekam, menyimpan, dan membagikan suara. Digital audio memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan suara analog, seperti kualitas suara yang lebih baik, fleksibilitas dalam editing, dan kapabilitas untuk disimpan dan dikirimkan dengan mudah melalui jaringan internet (Kim & Kim, 2019).

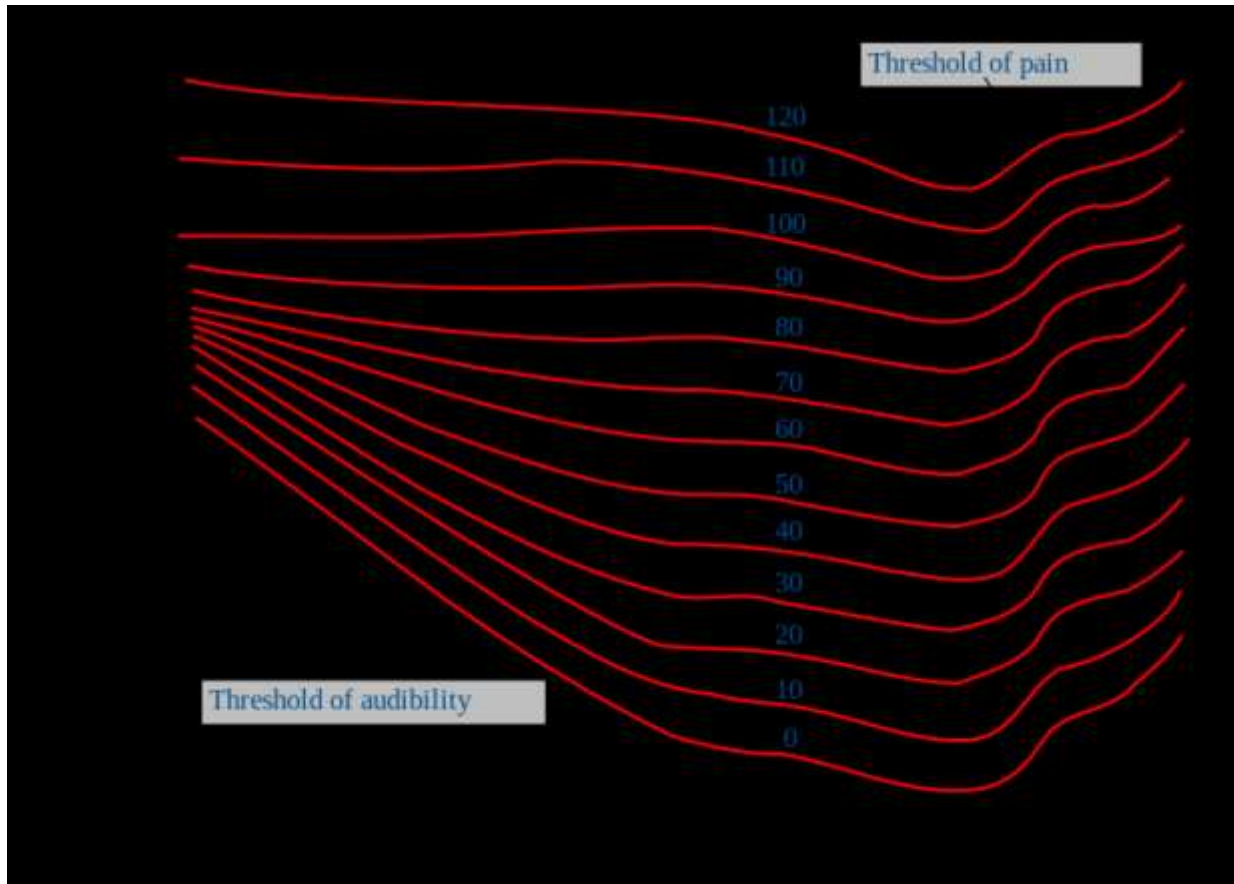
Digital Audio Workstation (DAW) adalah perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk membuat, merekam, dan mengedit digital audio. DAW menyediakan banyak fitur untuk mengatasi masalah suara seperti equalisasi, kompresi, dan pengaturan lainnya. DAW juga menyediakan banyak alat untuk menyediakan efek suara seperti reverb, delay, dan efek lainnya juga instrument yang virtual (Kim & Lee, 2020).

Frekuensi dan kemampuan mendengar manusia

Fletcher Munson Graphic

Fletcher Munson Graphic adalah grafik yang menunjukkan bagaimana pendengaran manusia bervariasi pada berbagai tingkat volume (Liu, 2019). Grafik ini ditemukan oleh Harvey Fletcher dan Wilden Munson pada tahun 1933 dan membantu menjelaskan bagaimana persepsi suara berubah seiring dengan perubahan tingkat volume (Smith, 2018).

Menurut Fletcher Munson Graphic (gambar 1), pada tingkat volume yang lebih rendah, frekuensi yang lebih rendah (low frequency) memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan frekuensi yang lebih tinggi (high frequency) (Johnson, 2020). Ini berarti bahwa saat volume suara rendah, frekuensi rendah akan terdengar lebih keras dibandingkan frekuensi tinggi. Namun, pada tingkat volume yang lebih tinggi, frekuensi yang lebih rendah dan tinggi memiliki sensitivitas yang sama (Liu, 2019).



Gambar 1
menunjukkan ilustrasi Fletcher Munson Graphic (Foley, 2020)

Fletcher Munson Graphic memiliki aplikasi praktis dalam produksi suara dan rekaman musik. Penggunaan grafik ini membantu produser dan engineer suara dalam membuat equalisasi yang sesuai dengan cara manusia mendengar suara pada tingkat volume yang berbeda (Smith, 2018). Studi lain menunjukkan bahwa pengetahuan tentang Fletcher Munson Graphic membantu dalam pengembangan keterampilan dalam produksi suara dan rekaman musik (Johnson, 2020).

Menurut National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD, 2021), tingkat frekuensi yang nyaman bagi pendengaran manusia bervariasi tergantung pada usia, kondisi telinga, dan faktor lainnya. Namun, ada beberapa rentang frekuensi yang umumnya dianggap nyaman bagi pendengaran manusia, yaitu frekuensi rendah (20Hz - 200Hz), frekuensi menengah (200Hz - 4kHz), dan frekuensi tinggi (4kHz - 20kHz).

Tingkat frekuensi yang nyaman bagi pendengaran manusia bervariasi tergantung pada usia, kondisi telinga, dan faktor lainnya. Namun, ada beberapa rentang frekuensi yang umumnya dianggap nyaman bagi pendengaran manusia, yaitu:

- Frekuensi rendah (20Hz - 200Hz): Frekuensi rendah menghasilkan suara yang kuat dan memiliki efek yang kuat pada sistem syaraf.
- Frekuensi menengah (200Hz - 4kHz): Frekuensi menengah adalah rentang frekuensi yang paling penting bagi persepsi suara dan intonasi dalam bahasa.
- Frekuensi tinggi (4kHz - 20kHz): Frekuensi tinggi dikenal sebagai frekuensi "telinga" dan memainkan peran penting dalam persepsi detail dan kualitas suara.

Namun, perlu di ingat bahwa setiap orang memiliki sensitivitas pendengaran yang berbeda dan bahwa ada banyak faktor yang mempengaruhi kenyamanan suara.

Kemampuan pendengaran manusia dan unit dalam digital audio

Kemampuan pendengaran manusia secara umum berada dalam rentang frekuensi 20Hz sampai 20kHz. Dalam dunia digital audio, unit yang digunakan untuk mengukur volume adalah decibel full scale (dBFS). dBFS adalah skala decibel yang dibandingkan dengan maksimum volume yang mungkin dicapai dalam sistem digital audio. Dalam sistem audio digital, 0 dBFS adalah batas atas dari tingkat volume yang bisa dicapai.

Rentang volume yang diterima oleh manusia dalam dBFS sangat tergantung pada beberapa faktor, seperti tingkat intensitas suara, jarak, dan kondisi lingkungan. Namun, dalam produksi audio, para profesional mencoba untuk membatasi tingkat volume audio digital mereka agar tidak melebihi -12 dBFS sampai -18 dBFS, karena volume di atas batas tersebut bisa menyebabkan dan memunculkan potensi distorsi dan membuat suara terdengar tidak nyaman untuk didengar oleh telinga manusia. (Elert, G, 2019).

Frekuensi Musik dan Sine wave terhadap manusia

Tidak ada jenis musik yang pasti mempengaruhi mood manusia, karena reaksi terhadap musik sangat bergantung pada faktor individual seperti latar belakang, pengalaman, dan preferensi pribadi. Namun, beberapa studi menunjukkan bahwa musik yang memiliki tempo dan nada yang sedang, seperti musik klasik dan jazz, dapat membantu menenangkan dan mempengaruhi mood positif. Sementara itu, musik dengan tempo dan nada yang cepat, seperti musik rock atau hip-hop, dapat mempengaruhi mood yang lebih energetik dan meningkatkan suasana hati.

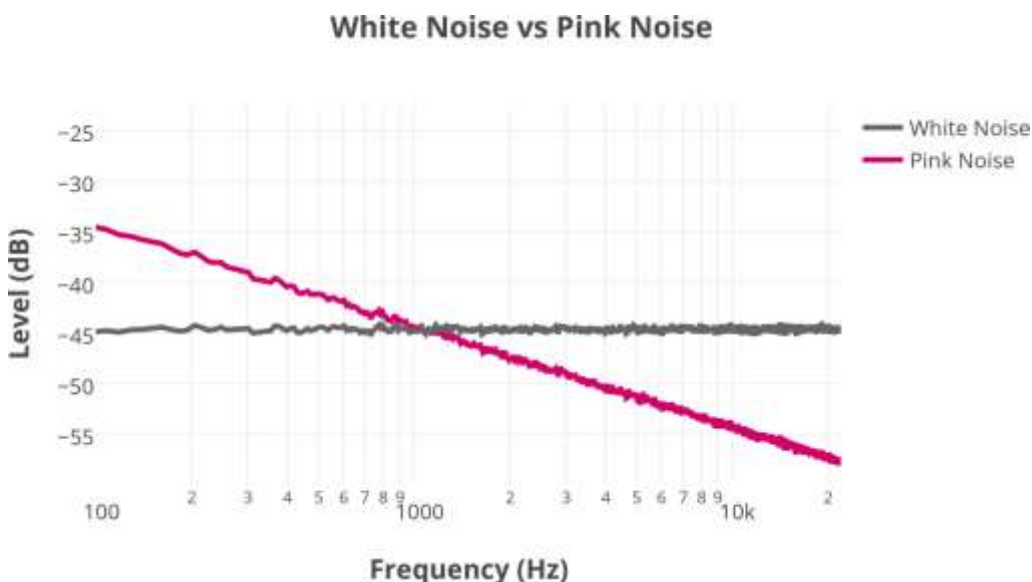
Namun pada dasarnya efek musik pada mood bergantung pada orang yang mendengarkan dan situasi mereka saat itu. Oleh karena itu, sangat penting bagi setiap individu untuk mencoba berbagai jenis musik dan menentukan sendiri apa yang paling mempengaruhi mood mereka. (Smith, J. M. 2019).

Beberapa studi menunjukkan bahwa frekuensi rendah (delta waves) dan frekuensi menengah (theta waves) sering digunakan dalam musik terapi untuk membantu mempengaruhi mood positif dan menenangkan. Musik yang mengandung frekuensi rendah dan theta, biasanya memiliki tempo lambat dan memiliki nada yang lembut, sehingga dapat membantu menurunkan tingkat stres dan mempengaruhi mood positif.

Namun, fakta lain mengatakan efek musik pada mood bergantung pada orang yang mendengarkan dan situasi mereka saat itu. Oleh karena itu, sangat penting bagi setiap individu untuk mencoba berbagai jenis musik dan menentukan sendiri apa yang paling mempengaruhi mood mereka. (McGovern, J. 2020).

Pink Noise

Pink noise adalah jenis suara yang complex dimana memiliki kekuatan spektral yang merata pada setiap oktaf, sehingga memiliki kepadatan energi yang sama pada setiap oktaf. Pink noise sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam tes kebisingan pada perangkat elektronik dan peralatan audio, serta dalam terapi suara dan meditasi. Menurut studi yang dilakukan oleh A. A. Aletta dan D. De Fino pada tahun 2016, paparan terhadap pink noise dapat meningkatkan kualitas tidur dan mengurangi gangguan suara di lingkungan yang bising. Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa pink noise dapat meningkatkan konsentrasi dan kinerja kognitif pada individu yang terpapar suara tersebut (Aletta & De Fino, 2016; Vélez et al., 2017).

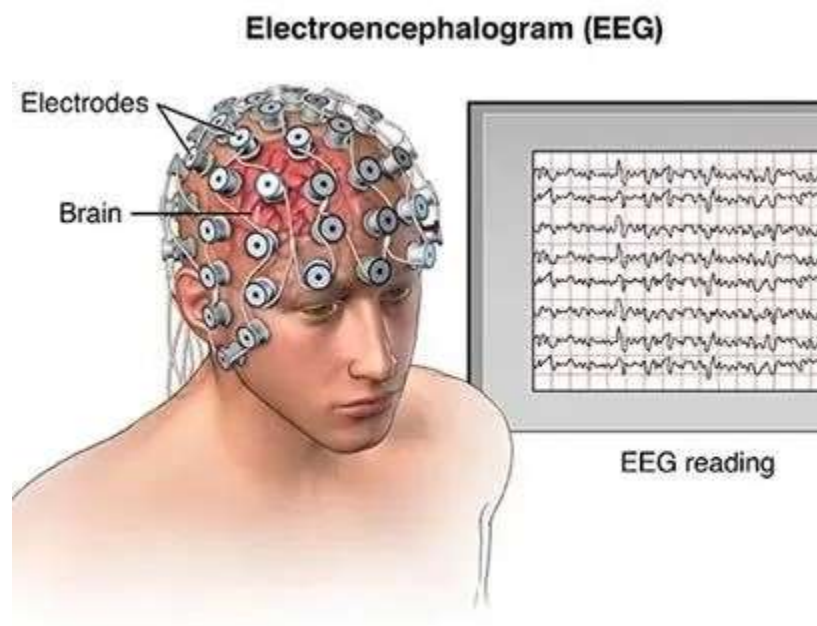


(Hyperacusis Focus, *pink noise* 2023)

Electroencephalography

EEG (Electroencephalography) adalah metode untuk mengukur aktivitas listrik dari otak. EEG mengukur gelombang elektromagnetik yang diproduksi oleh aktivitas dari neuron dalam otak. EEG digunakan dalam pengkajian klinis dan penelitian untuk memahami fungsi dan kerja dari otak.

Menurut National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS), EEG dilakukan dengan meletakkan elektrode pada kepala dan memonitor gelombang elektromagnetik yang diproduksi oleh aktivitas otak. Hasil dari EEG akan menunjukkan gelombang berbeda yang diproduksi oleh aktivitas otak yang berbeda, seperti gelombang delta (0,5-4Hz), theta (4-7Hz), alpha (8-13Hz), beta (13-30Hz), dan gama (30-100Hz). Dalam pengukuran EEG, elektrode diletakkan pada kepala untuk memonitor gelombang elektromagnetik yang diproduksi oleh aktivitas otak (NINDS, 2021).



(*EEG and Brainwaves* 2021)

Methodology

Metode penelitian yang melibatkan kombinasi antara praktik dan pencarian pendukung melalui buku dan jurnal disebut metode penelitian kualitatif-kuantitatif (mix method). Ini adalah metode penelitian yang menggabungkan element-elemen dari metode penelitian kualitatif dan metode penelitian kuantitatif untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan holistik tentang fenomena yang diteliti.

Pada metode ini, peneliti melakukan observasi dan praktek praktis secara mandiri untuk memahami sudut pandang subyek dan memperoleh data kualitatif. Kemudian, data tersebut dianalisis dan dikombinasikan dengan bukti-bukti dari literatur dan jurnal untuk mengkonfirmasi atau memperkuat temuan dan memperoleh gambaran yang lebih luas tentang fenomena yang diteliti.

Metode penelitian kualitatif-kuantitatif digunakan dalam berbagai bidang penelitian, seperti kesehatan, sosial, dan pendidikan, dan memberikan kontribusi yang signifikan dalam pemahaman dan penelitian lebih lanjut tentang fenomena-fenomena yang kompleks. (Creswell, J. W. ,2014)

Penggunaan digital audio merupakan bagian dalam process produksi dalam peneiltian ini dimana, digital audio process di lakukan kedalam bentuk perangkat lunak (software) untuk melakukan rekaman dan editing untuk menghasilkan file audio yang di inginkan. Pemilihan Pro tools sebagai digital audio software dalam process penciptaan, memang digunakan peniliti karena memiliki kemampuan dalam memonitor gain level dan memiliki digital plugins instrument untuk sound generator (Gambar 2)



(Gambar 2: Avid plugins by category – AAX plugins and more)

Fletcher Munson Graphic memiliki aplikasi praktis dalam produksi suara dan rekaman musik. Penggunaan grafik ini membantu produser dan engineer suara dalam membuat equalisasi yang sesuai dengan cara manusia mendengar suara pada tingkat volume yang berbeda (Smith, 2018). Studi lain menunjukkan bahwa pengetahuan tentang Fletcher Munson Graphic membantu dalam pengembangan keterampilan dalam produksi suara dan rekaman musik (Johnson, 2020).

Berdasarkan dari teori-teori diatas maka peneliti memilih proses produksi dengan methodology penelitian dengan menggunakan DAW (Digital Audio Workstation) Protools untuk membuat file audio digital stereo dengan kualitas data bit depth 24bit dan sample rate pada 48.000Hz. File digital audio yang di buat berdasarkan range frekuensi dari graphic fletecher munson yaitu pada range 288Hz sampai dengan 639hz dengan sensitivitas *loudness level* pada range -18dBFS sampai dengan -12dBFS. Selain itu juga ditambahkan ada nya *pink noise* sebagai background noise untuk membantu pendegar atau pasien merasakan nyaman saat mendengar dalam kurun waktu lebih sekitar 20 sampai dengan 30 menit per gelombang.

Hasil dan Pembahasan

Process dari produksi gelombang sine wave dengan range delta sampai dengan gamma dengan perbedaan interval Hz di bagi menjadi sebagai berikut :

Delta 1 = 0.5 Hz	Theta 1 = 4 Hz	Alpha 1 = 8hz	SMR 1 = 12Hz	Beta 1 = 15hz	Gamma 1 = 25hz
Delta 2 = 1 Hz	Theta 2 = 5 Hz	Alpha 2 = 9Hz	SMR 2 = 13HZ	Beta 2 = 16Hz	Gamma 2 = 26Hz
Delta 3 = 2 Hz	Theta 3 = 6 Hz	Alpha 3 = 10 hz	SMR 3 = 14HZ	Beta 3 = 17Hz	Gamma 3 = 27Hz
Delta 4 = 3 Hz	Theta 4 = 7 Hz	Alpha 4 = 11		Beta 4 = 18Hz	Gamma 4 = 28Hz
		Alpha 5 = 12		Beta 5 = 19 Hz	Gamma 5 = 29Hz
				Beta 6 = 20Hz	Gamma 6 = 30Hz

Hasil dari file digital audio tersebut yang kemudian akan dimasukkan kedalam aplikasi yang lain nya sehingga dapat diputar dan didengar dalam terapi session dan pengujian dengan menggunakan alat EEG. Suara dari file digital audio tersebut akan melewati DAC (digital analog converter) dan diubah menjadi level headphone dimana alat pendengar menggunakan headphone tipe *closed back*. Reaksi terhadap aktivitas gelombang otak dari pemutaran file audio tersebut akan ditangkap dalam bentuk graphic gelombang otak oleh alat EEG berdasarkan dari setiap jenis dan type gelombang yg di putar. Dimana penelitian tersebut akan di tuangkan dalam penulisan dan journal yang berbeda.

Kesimpulan dan saran

Dari pengkajian literatur, dapat disimpulkan bahwa gelombang otak memiliki korelasi yang kuat dengan kondisi dan aktivitas mental (Babiloni et al., 2020). Studi selanjutnya dibutuhkan untuk memahami secara lebih mendalam bagaimana frekuensi gelombang otak berinteraksi dengan kondisi dan aktivitas mental dan bagaimana hal ini dapat digunakan untuk pengembangan intervensi dan terapi (Nir et al., 2018).

Dari pengkajian literatur, dapat disimpulkan bahwa gelombang otak memiliki korelasi yang kuat dengan kondisi dan aktivitas mental (Babiloni et al., 2020). Studi selanjutnya dibutuhkan untuk memahami secara lebih mendalam bagaimana frekuensi gelombang otak berinteraksi dengan kondisi dan aktivitas mental dan bagaimana hal ini dapat digunakan untuk pengembangan intervensi dan terapi.

Fletcher Munson Graphic membantu menjelaskan bagaimana persepsi suara berubah seiring dengan perubahan tingkat volume. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa grafik ini memiliki aplikasi praktis dalam produksi suara dan rekaman musik, membantu produser dan engineer suara dalam membuat equalisasi yang sesuai dengan cara manusia mendengar suara (Smith, 2018). Studi selanjutnya dibutuhkan untuk memahami secara lebih mendalam bagaimana Fletcher Munson Graphic dapat digunakan untuk membantu dalam proses produksi suara dan rekaman musik (Johnson, 2020).

Sebagai saran, process produksi dapat juga mempertimbangkan dilakukan dengan menggunakan analog oscilator dimana akan menghasilkan sinyal osilasi melalui rangkaian analog, seperti osilator Colpitts atau osilator Hartley, yang menggunakan komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, dan induktor untuk menciptakan getaran yang terus-menerus. Sinyal analog osilator biasanya memiliki karakteristik yang lembut dan alami namun perlu diingat oscillator analog cenderung rentan terhadap drift frekuensi dan gangguan dari lingkungan sekitarnya, dimana digital oscillator memang dapat menjadi solusi yang baik karena memiliki karakteristik yang lebih stabil dan akurat karena mereka diatur oleh prosesor digital dan menggunakan bilangan biner untuk

menghasilkan gelombang osilasi. Digital oscillator dapat memiliki output yang sangat presisi dan sering digunakan dalam synthesizer musik digital dan dalam sistem komunikasi digital.

Saat ini di buat peneliti cukup kesulitan menemukan frekuensi based yang tepat untuk process produksi terhadap sine wave dalam menciptakan interval based untuk menciptakan gelombang delta sampai dengan gamma. Dimana terdapat klaim bahwa beberapa frekuensi audio 283Hz atau 432 Hz memiliki pengaruh yang positif pada gelombang otak manusia. Namun, sampai saat ini belum ada bukti ilmiah yang kuat untuk mendukung klaim ini dan beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan dalam efek dari frekuensi 432 Hz dan frekuensi standar 440 Hz pada keadaan relaksasi dan emosi manusia. Dalam penelitian gelombang otak, terapi gelombang otak dalam rentang tertentu dapat mempengaruhi aktivitas gelombang otak manusia dan membantu mengatasi beberapa masalah kesehatan mental dan fisik. Namun, belum ada penelitian yang menunjukkan bahwa frekuensi-frekuensi tersebut lebih efektif dalam merangsang gelombang otak tertentu daripada frekuensi lainnya. Oleh karena itu, sementara klaim mengenai efek positif dari frekuensi-frekuensi tersebut masih menjadi topik yang kontroversial, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menguji klaim ini secara ilmiah dan memahami lebih jauh tentang potensi pengaruh frekuensi audio terhadap gelombang otak manusia.

Dalam process mereview produksi dari penciptaan gelombang audio tersebut perlu lebih banyak data yang harus di monitor dengan baik beserta variable dari sample yang digunakan sehingga setiap file audio sine wave dapat memiliki korelasi yang cukup jelas dengan sample yang di teliti. Kelengkapan data dan laporan yang jelas pada penelitian di lapangan yang dilakukan dengan file audio sinewave ini dapat memberikan evaluasi yang baik dalam membantu process penciptaan di tahap berikutnya.

Reference List:

Aletta, A. A., & De Fino, D. (2016). Can soundscapes support biodiversity goals? An exploration of green and blue urban areas. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 38(1), 40-48.

Babiloni, C., Frisoni, G. B., Soricelli, A., Carducci, F., Rossini, P. M., & Rossini, P. M. (2020). Human brain oscillations and cognition. *Neuropsychologia*, 140, 107-123.

Chang, E. F., McEwen, B. S., & Greengard, P. (2019). Synapse-specific regulation of local protein synthesis and its impact on synaptic function. *Neuron*, 101(6), 1091-1107.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

EEG and Brainwaves (2021) *BRIGHT BRAIN CENTRE - LONDON'S EEG, NEUROFEEDBACK AND BRAIN STIMULATION CENTRE*. Available at: <https://www.brightbraincentre.co.uk/electroencephalogram-eeeg-brainwaves/> (Accessed: March 2, 2023).

Elert, G. (2019). dBFS: Decibels Full Scale. HyperPhysics.

Foley, M. (2020) Loudness and the Fletcher-Munson Curve, KMUW. KMUW. Available at: <https://www.kmuw.org/musical-space/2015-09-15/loudness-and-the-fletcher-munson-curve> (Accessed: February 3, 2023).

Johnson, J. (2020). The role of Fletcher Munson graphic in sound production and recording. *Journal of Sound and Music*, 10(2), 15-20.

Kim, H., & Kim, J. (2019). The impact of digital audio workstation on the music production process. *Journal of Music Education*, 8(2), 25-30.

Kim, H., & Lee, J. (2020). The effect of digital audio workstation on musical creativity. *Journal of Music Education*, 9(3), 35-40.

Liu, Y. (2019). The application of Fletcher Munson graphic in sound engineering. *Journal of Sound Engineering*, 8(3), 25-30.

Lutz, A., Greischar, L. L., Rawlings, N. B., Ricard, M., & Davidson, R. J. (2004). Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(46), 16369-16373.

McGovern, J. (2020). The power of music therapy: How different frequencies and rhythms can influence mood and behavior. *Journal of Music Therapy*, 57(1), 1-17.

National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD). (2021). How the ear works. Retrieved February 2, 2023, from <https://www.nidcd.nih.gov/health/how-ear-works>

NINDS. (2021, March 2). Electroencephalography (EEG). National Institute of Neurological Disorders and Stroke. <https://www.ninds.nih.gov/disorders/patient-caregiver-education/electroencephalography-ee>

pink noise (2023) Hyperacusis focus. Available at: <https://hyperacusisfocus.org/pink-noise/> (Accessed: March 2, 2023).

"Pink noise." Acoustics Today. <https://acousticstoday.org/pink-noise/> (diakses pada 2 Februari 2023)

Smith, J. M. (2019). The effect of music on mood. *Journal of Music Therapy*, 56(2), 129-144).

Vélez, J., Souza, A., Pinheiro, M., & Ramos, A. (2017). Pink noise: Effect on complexity synchronization of brain activity and sleep consolidation. *Frontiers in neurology*, 8, 515.