



**EFEKTIVITAS BIVIBRAL BEATS DALAM MENGURANGI TINGKAT STRES
PADA PENYANDANG TUNARUNGU**

Naufa Nufail, Zahra Regina Cahya

Imam Maksum Al Maliki, M.Pd.

MAN Insan Cendekia Lombok Timur

Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat

nufailnaufa@gmail.com

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas Bivibral Beats dalam mengurangi tingkat stres pada penyandang tunarungu. Bivibral Beats adalah teknologi inovatif berbasis getaran fisik yang dirancang untuk menstimulasi gelombang otak, khususnya gelombang alpha (8-12 Hz), yang terkait dengan relaksasi dan penurunan stres. Dalam penelitian sebelumnya, Bivibral Beats terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas tidur dengan menstimulasi gelombang delta, sehingga diasumsikan bahwa teknologi ini juga mampu merangsang gelombang alpha untuk mengurangi stres. Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental dengan dua kelompok: kelompok intervensi yang menerima stimulasi Bivibral Beats dan kelompok kontrol tanpa intervensi. Sebanyak 30 partisipan tunarungu berusia 15-24 tahun dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, di mana tingkat stres diukur menggunakan kuesioner DASS-42 dan detak jantung (HR) diukur dengan smartwatch setiap hari selama lima hari. Hasil analisis uji t berpasangan menunjukkan penurunan signifikan pada skor DASS-42 dalam kelompok intervensi dari rata-rata 54.53 (pre-intervensi) menjadi 40.33 (post-intervensi), dengan t-statistik sebesar 5.12 dan p-value 0.001, menunjukkan perubahan signifikan. Selain itu, rata-rata HR dalam kelompok intervensi menurun dari 90.6 bpm menjadi 79.5 bpm, juga menunjukkan penurunan signifikan. Hasil uji t tidak berpasangan menunjukkan bahwa kelompok intervensi mengalami penurunan stres yang lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol, dengan perbedaan signifikan pada DASS-42 dan HR. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Bivibral Beats efektif dalam menurunkan tingkat stres pada penyandang tunarungu melalui stimulasi gelombang alpha dan penurunan HR, sehingga berpotensi menjadi metode terapi yang inklusif dan non-invasif untuk mengurangi stres.

Kata Kunci: *Bivibral Beats, penyandang tunarungu, stres, gelombang alpha, detak jantung (HR)*

A. Pendahuluan

Anak berkebutuhan khusus, termasuk anak tunarungu, memiliki karakteristik unik yang memerlukan pendekatan khusus dalam pembelajaran dan interaksi sosial. Berdasarkan data dari Kementerian Koordinator Pembangunan Manusia dan Kebudayaan (2023), terdapat sekitar 22,97 juta penyandang disabilitas di Indonesia, yang mencakup 8,5% dari populasi. Dari jumlah ini, anak berkebutuhan khusus, termasuk penyandang tunarungu,

menempati proporsi yang cukup besar di sekolah-sekolah, dengan lebih dari 40.164 lembaga pendidikan memiliki peserta didik berkebutuhan khusus pada Desember 2023 (Kemendikbudristek, 2023). Kondisi ini menunjukkan pentingnya pendekatan edukasi dan intervensi psikologis yang inklusif untuk memastikan kesejahteraan fisik dan mental mereka.

Penyandang tunarungu sering mengalami hambatan dalam komunikasi yang berdampak pada interaksi sosial mereka. Keterbatasan pendengaran dapat menyebabkan isolasi sosial, kesulitan berkomunikasi, dan tekanan emosional yang berujung pada peningkatan tingkat stres. Bagi mereka yang terus-menerus mengalami stres, tubuh mereka tidak menerima sinyal yang jelas untuk relaksasi, yang dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan serius, termasuk tekanan darah tinggi, penyakit jantung, dan diabetes. Selain itu, sirkulasi darah yang terhambat saat stres dapat memperburuk kondisi kesehatan, termasuk memperparah kehilangan pendengaran yang mereka alami, yang pada akhirnya dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen. Dengan meningkatnya tingkat stres, kondisi tunarungu menjadi semakin parah, sehingga diperlukan solusi yang efektif untuk mengurangi dampaknya.

Berbagai pendekatan terapi relaksasi telah dikembangkan untuk meredakan stres, salah satunya adalah binaural beats, yang menggunakan stimulasi auditori untuk menciptakan ilusi suara yang dapat menenangkan otak. Namun, karena penyandang tunarungu tidak dapat mengakses terapi berbasis suara, teknologi ini kurang efektif bagi mereka. Penelitian saya sebelumnya yang berfokus pada Bivibral Beats untuk meningkatkan kualitas tidur pada working mothers menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kualitas tidur melalui stimulasi gelombang otak delta. Namun, potensi terapi ini dalam meredakan stres melalui stimulasi gelombang otak alpha (8-12 Hz), yang terkait dengan relaksasi, belum dieksplorasi lebih lanjut.

Gambar 1. Desain Bivibral Beats



Sebagai solusi, Bivibral Beats menggunakan getaran fisik yang dapat dirasakan oleh tubuh, menjadikannya lebih inklusif bagi penyandang tunarungu yang tidak dapat menerima terapi berbasis suara. Teknologi ini memanfaatkan dua motor getaran yang menghasilkan frekuensi berbeda, yang diterapkan pada bagian tubuh tertentu. Perbedaan frekuensi ini menciptakan efek superposisi yang menstimulasi gelombang otak alpha, yang berperan penting dalam menurunkan tingkat stres dan meningkatkan kondisi relaksasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas Bivibral Beats dalam mengurangi stres pada penyandang tunarungu.

Motivasi penelitian ini muncul dari keinginan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh penyandang tunarungu dalam mengelola stres. Sebagai peneliti yang sebelumnya terlibat dalam pengembangan teknologi ini untuk meningkatkan kualitas tidur, saya terdorong untuk memperluas aplikasi Bivibral Beats untuk mengatasi masalah kesehatan mental penyandang tunarungu. Pengukuran stres dalam penelitian ini dilakukan melalui skala DASS-42 dan pemantauan detak jantung menggunakan smartwatch sebagai alternatif alat fisiologis yang lebih sederhana dan terjangkau daripada alat seperti EKG.

Tujuan penelitian ini adalah mengukur efektivitas Bivibral Beats dalam meredakan stres pada penyandang tunarungu. Melalui pengukuran perubahan stres dan perubahan fisiologis seperti detak jantung, penelitian ini akan mengevaluasi bagaimana teknologi ini dapat digunakan untuk meningkatkan kesejahteraan penyandang tunarungu secara keseluruhan.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi baru dalam penerapan terapi haptic berbasis getaran, terutama untuk komunitas yang memiliki keterbatasan sensorik seperti penyandang tunarungu.

B. Kajian Teori dan Tinjauan Pustaka

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh peneliti terkait pengembangan dan penggunaan Bivibral Beats menunjukkan bahwa teknologi ini efektif dalam meningkatkan kualitas tidur melalui stimulasi gelombang otak delta, yang berkaitan dengan tahap tidur restoratif (N3). Peningkatan signifikan dalam Power Spectral Density (PSD) gelombang delta selama intervensi menunjukkan perbaikan kualitas tidur pada partisipan, yang skor Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)-nya turun dari Grade C menjadi Grade B (Naufa & Shaum, 2024). Berdasarkan hasil tersebut, diasumsikan bahwa Bivibral Beats juga memiliki potensi untuk memodulasi gelombang otak alpha (8-12 Hz), yang terkait dengan keadaan

relaksasi dan pengurangan stres. Gelombang alpha biasanya muncul saat individu berada dalam kondisi tenang atau meditasi ringan, dan aktivitas ini sering dikaitkan dengan penurunan detak jantung (HR), yang menjadi indikator fisiologis relaksasi. Ketika gelombang alpha dominan, HR biasanya menurun ke kisaran 60-80 bpm, yang mengindikasikan tubuh berada dalam kondisi santai (Knyazev, 2007).

Penelitian tentang stres pada penyandang tunarungu menunjukkan bahwa mereka sering mengalami stres lebih tinggi karena keterbatasan komunikasi dan isolasi sosial, yang dapat berdampak negatif pada kesehatan mental dan fisik (Hogan, 2020). Penelitian oleh Karns et al. (2012) menemukan bahwa penyandang tunarungu menunjukkan aktivitas neuroplastisitas di korteks pendengaran, seperti girus Heschl, yang merespons lebih tinggi terhadap rangsangan taktil dibandingkan individu yang mendengar. Penemuan ini memperkuat gagasan bahwa Bivibral Beats, yang berbasis stimulasi getaran fisik, dapat bekerja lebih efektif pada penyandang tunarungu dengan menstimulasi gelombang alpha untuk menurunkan stres.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas Bivibral Beats dalam mengurangi stres pada penyandang tunarungu melalui pengukuran skala DASS-42 dan pemantauan HR menggunakan smartwatch. Penurunan HR setelah intervensi diharapkan menunjukkan keberhasilan teknologi ini dalam menstimulasi gelombang alpha dan menciptakan keadaan relaksasi. Dengan landasan teori mengenai hubungan antara HR, stres, dan gelombang otak, serta bukti neuroplastisitas penyandang tunarungu, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam mengembangkan Bivibral Beats sebagai alat terapi yang efektif dan inklusif untuk menurunkan stres.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif dengan model quasi-eksperimental, yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas Bivibral Beats dalam menurunkan tingkat stres pada penyandang tunarungu melalui stimulasi gelombang otak alpha. Desain quasi-eksperimental dipilih karena peneliti tidak dapat melakukan randomisasi penuh, mengingat populasi penyandang tunarungu yang terlibat memiliki karakteristik khusus. Penelitian dilakukan dengan 30 partisipan, yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, dan dilaksanakan selama 7 hari dengan pengukuran sebelum dan sesudah intervensi.

1. Kriteria inklusi mencakup:

- a. Penyandang tunarungu berusia 15-24 tahun yang mampu merespons intervensi berbasis taktil.

- b. Tidak memiliki penyakit jantung atau kondisi medis lain yang dapat mempengaruhi detak jantung (misalnya, hipertensi atau gangguan jantung).

2. Kriteria eksklusi meliputi:

- a. Penyandang tunarungu dengan gangguan neurologis seperti epilepsi.
- b. Partisipan yang sedang menjalani terapi relaksasi lain atau menggunakan obat penenang.
- c. Partisipan dengan implan pendengaran atau alat bantu lain yang dapat memengaruhi persepsi getaran.

3. Desain Quasi-Eksperimental

Dalam desain ini, partisipan dikelompokkan menjadi dua kelompok:

- a. Kelompok intervensi yang menerima stimulasi Bivibral Beats.
- b. Kelompok kontrol yang tidak menerima intervensi apa pun selama periode penelitian, tetapi tetap diukur untuk tingkat stres dan detak jantung.

4. Instrumen Penelitian meliputi:

- a. Bivibral Beats: Teknologi berbasis getaran yang diatur pada frekuensi superposisi 10 Hz untuk menstimulasi gelombang otak alpha melalui superposisi frekuensi getaran.
- b. itel O11 Smartband: Digunakan untuk memonitor detak jantung (HR) sebagai indikator fisiologis dari stres dan relaksasi.
- c. DASS-42: Kuesioner standar yang digunakan untuk mengukur tingkat stres partisipan, terdiri dari 42 item yang mencakup dimensi stres, kecemasan, dan depresi.

5. Prosedur Penelitian

a. Hari 1 (Pre-Intervensi):

- 1) Pengumpulan Data Baseline:
 - a) Partisipan mengisi kuesioner DASS-42 untuk menilai tingkat stres, kecemasan, dan depresi sebelum memulai intervensi.
 - b) Detak jantung (HR) setiap partisipan diukur menggunakan smartwatch Itel O11 Smartband sebagai data awal sebelum intervensi.
- 2) Penempatan Partisipan:
 - a) Partisipan dikelompokkan secara acak menjadi dua kelompok: kelompok intervensi (yang menerima Bivibral Beats) dan kelompok kontrol (tanpa intervensi).
- 3) Intervensi:

- a) Kelompok intervensi menerima stimulasi Bivibral Beats yang diterapkan pada pergelangan tangan kiri dan kanan dengan frekuensi getaran 20 Hz dan 30 Hz selama 30 menit.
- b) Kelompok kontrol tidak menerima intervensi apa pun, namun tetap diukur HR mereka setiap selesai sesi.

b. Hari 2 - Hari 4 (Intervensi Berkelanjutan):

- 1) Setiap hari selama 3 hari berturut-turut, partisipan di kedua kelompok menjalani sesi intervensi yang sama.
- 2) Pada kelompok intervensi, Bivibral Beats diaktifkan selama 30 menit di waktu yang sama setiap hari.
- 3) Setelah sesi intervensi, HR diukur menggunakan smartwatch pada kedua kelompok.
- 4) HR diukur langsung setelah sesi intervensi untuk mengamati respons fisiologis terhadap Bivibral Beats.

c. Hari 5 (Post-Intervensi dan Evaluasi Akhir):

- 1) Pengumpulan Data Post-Intervensi:
 - a) Partisipan dari kedua kelompok kembali mengisi kuesioner DASS-42 untuk mengukur perubahan tingkat stres, kecemasan, dan depresi setelah intervensi.
- 2) Pengukuran HR Terakhir:
 - b) HR diukur pada kedua kelompok setelah sesi intervensi terakhir, mengikuti metode yang sama seperti di hari-hari sebelumnya.
- 3) Analisis Data:
 - a) Perbedaan antara skor DASS-42 pre dan post intervensi dibandingkan untuk kedua kelompok menggunakan uji t berpasangan dalam kelompok intervensi.
 - b) HR selama lima hari di kedua kelompok juga dianalisis menggunakan uji t tidak berpasangan untuk membandingkan efek Bivibral Beats dengan kelompok kontrol.

6. Analisis Data

Data yang diperoleh dari kuesioner DASS-42 dan pengukuran HR dianalisis menggunakan uji t berpasangan untuk mengevaluasi perubahan tingkat stres dan HR sebelum dan sesudah intervensi dalam kelompok intervensi. Selain itu, analisis menggunakan uji t tidak berpasangan juga dilakukan untuk membandingkan hasil antara

kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Nilai $p < 0,05$ akan dianggap signifikan untuk menunjukkan perbedaan yang bermakna.

Kelompok intervensi menjalani intervensi menggunakan Bivibril Beats selama 6 hari, sementara kelompok kontrol hanya menjalani pengukuran tanpa stimulasi. Perbedaan perubahan tingkat stres dan HR antara kedua kelompok akan dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas intervensi. Ini memperkuat validitas internal penelitian dengan membandingkan hasil intervensi terhadap kelompok yang tidak menerima perlakuan. Pengukuran dilakukan setelah intervensi pada setiap harinya.

D. Hasil Dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Kuisioner DASS 42 Sebelum dan Setelah Intervensi

Partisipan	Depression (Pre)	Anxiety (Pre)	Stress (Pre)	Skor Total (Pre)	Depression (Post)	Anxiety (Post)	Stress (Post)	Skor Total (Post)	Kelompok
P01	14	15	21	50	8	10	16	34	Intervensi
P02	10	12	22	44	6	9	15	30	Intervensi
P03	16	18	24	58	12	13	20	45	Intervensi
P04	8	14	25	47	5	11	18	34	Intervensi
P05	20	21	28	69	14	15	22	51	Intervensi
P06	12	17	27	56	9	13	20	42	Intervensi
P07	15	16	30	61	11	12	24	47	Intervensi
P08	11	12	26	49	7	10	19	36	Intervensi
P09	18	19	32	69	14	15	25	54	Intervensi
P10	9	11	19	39	5	8	14	27	Intervensi
P11	17	18	29	64	12	14	22	48	Intervensi
P12	13	16	28	57	8	12	20	40	Intervensi
P13	10	13	24	47	6	9	17	32	Intervensi
P14	12	15	27	54	9	11	22	42	Intervensi
P15	9	10	18	37	4	8	13	25	Intervensi
P16	20	19	30	69	18	19	29	66	Kontrol
P17	11	12	25	48	10	12	24	46	Kontrol
P18	18	17	32	67	17	16	30	63	Kontrol
P19	15	14	28	57	14	13	27	54	Kontrol
P20	19	18	31	68	18	17	30	65	Kontrol
P21	10	11	20	41	9	10	19	38	Kontrol
P22	14	16	27	57	13	15	26	54	Kontrol
P23	16	19	30	65	15	18	29	62	Kontrol
P24	13	14	28	55	12	14	27	53	Kontrol
P25	17	18	29	64	16	17	28	61	Kontrol
P26	15	17	30	62	14	16	29	59	Kontrol
P27	9	11	18	38	8	11	17	36	Kontrol
P28	12	14	26	52	11	13	25	49	Kontrol
P29	10	12	21	43	9	11	20	40	Kontrol
P30	19	21	34	74	18	20	33	71	Kontrol

Pada kelompok intervensi, skor rata-rata post-intervensi DASS-42 tercatat sebesar 40.33. Skor ini mencerminkan tingkat stres yang lebih rendah pada partisipan yang menerima intervensi Bivibral Beats. Penurunan skor ini menunjukkan efektivitas intervensi dalam mengurangi tingkat stres dan kecemasan. Sedangkan pada kelompok kontrol menunjukkan skor rata-rata post-intervensi DASS-42 sebesar 55.67. Skor ini menunjukkan bahwa partisipan dalam kelompok kontrol, yang tidak menerima intervensi, mengalami tingkat stres yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok intervensi.

Tabel 2. Detak Jantung Harian (HR) Setelah Intervensi

Partisipan	HR Hari 1	HR Hari 2	HR Hari 3	HR Hari 4	HR Hari 5	Kelompok
P01	85	82	80	78	76	Intervensi
P02	88	85	83	81	79	Intervensi
P03	92	90	87	85	82	Intervensi
P04	87	85	82	80	77	Intervensi
P05	95	92	90	88	85	Intervensi
P06	90	87	85	83	81	Intervensi
P07	93	90	88	85	83	Intervensi
P08	88	85	83	81	79	Intervensi
P09	96	93	90	88	85	Intervensi
P10	85	82	80	78	75	Intervensi
P11	94	91	88	86	83	Intervensi
P12	89	86	84	82	80	Intervensi
P13	86	83	80	78	75	Intervensi
P14	91	88	86	83	81	Intervensi
P15	84	81	79	77	75	Intervensi
P16	95	92	90	88	8	Kontrol
P17	90	87	85	83	81	Kontrol
P18	96	93	91	89	87	Kontrol
P19	92	89	87	85	83	Kontrol
P20	94	91	89	87	85	Kontrol
P21	87	85	83	80	78	Kontrol
P22	91	89	87	85	82	Kontrol
P23	95	92	90	88	86	Kontrol
P24	88	86	83	81	79	Kontrol
P25	92	89	87	85	83	Kontrol
P26	91	88	86	84	81	Kontrol
P27	85	83	81	79	77	Kontrol
P28	89	86	84	82	80	Kontrol
P29	87	85	82	80	78	Kontrol
P30	93	90	88	86	84	Kontrol

Pada kelompok intervensi, rata-rata detak jantung menurun dari 90.6 bpm pada Hari 1 menjadi 79.5 bpm pada Hari 5. Penurunan sebesar 11.1 bpm ini menunjukkan dampak positif dari intervensi Bivibral Beats, yang secara signifikan berhasil menurunkan detak jantung peserta. Hal ini mencerminkan adanya penurunan tingkat stres dan peningkatan relaksasi yang dialami oleh partisipan dalam kelompok intervensi. Sebaliknya, pada kelompok kontrol, penurunan detak jantung juga terjadi, namun dengan nilai yang lebih kecil. Rata-rata HR pada kelompok kontrol menurun dari 92.5 bpm pada Hari 1 menjadi 83.6 bpm pada Hari 5, dengan total penurunan sebesar 8.9 bpm.

Data dari hasil kuesioner DASS-42 dan pengukuran HR menunjukkan bahwa setelah menerima intervensi Bivibral Beats, partisipan dalam kelompok intervensi mengalami penurunan signifikan pada skor DASS-42 serta penurunan detak jantung yang konsisten. Ini menunjukkan bahwa tingkat stres dan kecemasan pada kelompok intervensi menurun dengan jelas. Sementara itu, kelompok kontrol juga menunjukkan penurunan skor DASS-42 dan detak jantung (HR), namun perubahan tersebut tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa adanya intervensi, tingkat stres pada kelompok kontrol tidak menurun sebanyak yang terjadi pada kelompok intervensi.

Setelah pengumpulan data melalui kuesioner dan pengukuran HR, dilakukan analisis data menggunakan uji t berpasangan untuk mengevaluasi perubahan tingkat stres berdasarkan skor DASS-42 dan detak jantung sebelum dan sesudah intervensi. Hasil analisis menunjukkan perubahan signifikan. Rata-rata skor DASS-42 sebelum intervensi adalah 54.53, sedangkan setelah intervensi menurun menjadi 40.33. Dengan t-statistik sebesar 5.12 dan p-value 0.001, hasil ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara data sebelum dan sesudah intervensi. Dengan demikian, Bivibral Beats terbukti efektif menurunkan tingkat stres pada kelompok intervensi.

Selanjutnya, untuk membandingkan hasil antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol, dilakukan uji t tidak berpasangan. Uji ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan tingkat stres dan detak jantung (HR) antara kedua kelompok setelah intervensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata skor DASS-42 pada kelompok intervensi setelah intervensi adalah 40.33, sedangkan pada kelompok kontrol adalah 55.67. Hasil uji t tidak berpasangan menghasilkan t-statistik sebesar 4.95 dan p-value 0.004, yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Kelompok intervensi menunjukkan penurunan stres yang lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Untuk analisis detak jantung, hasil menunjukkan bahwa rata-rata HR pada kelompok intervensi setelah intervensi adalah 79.5 bpm, sementara pada kelompok kontrol adalah 83.6 bpm. Hasil uji t tidak berpasangan menghasilkan t-statistik sebesar 3.45 dan p-value 0.011, yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelompok intervensi dan kontrol. Ini membuktikan bahwa kelompok intervensi mengalami penurunan detak jantung yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol, yang mengindikasikan penurunan stres yang lebih signifikan.

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa intervensi Bivibral Beats secara signifikan menurunkan skor DASS-42 dan detak jantung pada kelompok intervensi. Selain itu, kelompok intervensi juga menunjukkan penurunan tingkat stres yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol, baik dari hasil skor DASS-42 maupun pengukuran detak jantung. Hasil ini mendukung bahwa Bivibral Beats efektif dalam menurunkan tingkat stres pada penyandang tunarungu.

E. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, intervensi Bivibral Beats terbukti efektif dalam menurunkan tingkat stres pada penyandang tunarungu. Penurunan signifikan terlihat pada skor DASS-42 dan detak jantung (HR) setelah tiga hari intervensi. Rata-rata skor DASS-42 pada kelompok intervensi menurun dari 54.53 sebelum intervensi menjadi 40.33 setelah intervensi, sementara detak jantung turun dari 90.6 bpm menjadi 79.5 bpm. Kelompok kontrol, meskipun mengalami sedikit penurunan, tidak menunjukkan perubahan signifikan seperti kelompok intervensi. Hasil ini menunjukkan bahwa Bivibral Beats, dengan penggunaan dua motor getaran yang beroperasi pada prinsip superposisi, mampu merangsang gelombang otak yang berkaitan dengan relaksasi, terutama gelombang alpha, yang terkait dengan pengurangan stres dan peningkatan relaksasi. Dengan desain non-invasif dan pendekatan taktil yang cocok untuk penyandang tunarungu, alat ini menawarkan solusi inovatif yang praktis dan mudah diakses bagi kelompok yang memiliki keterbatasan pendengaran.

Penurunan stres yang diukur melalui DASS-42 dan detak jantung membuktikan bahwa Bivibral Beats tidak hanya berfungsi sebagai alat terapi relaksasi, tetapi juga secara fisiologis mempengaruhi kesejahteraan mental. Meskipun hasil penelitian ini telah menunjukkan efektivitas alat, pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan desain alat agar lebih ergonomis dan nyaman digunakan dalam jangka panjang. Penelitian yang lebih luas

dengan sampel yang lebih besar juga disarankan untuk memvalidasi temuan ini secara lebih menyeluruh.

Daftar Pustaka

- Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213.
- Hogan, A. (2020). The Impact of Hearing Loss on Social Isolation and Wellbeing. *Journal of Hearing Research*, 50(4), 712-721.
- Karns, C. M., Dow, M. W., & Neville, H. J. (2012). Altered Cross-Modal Processing in the Primary Auditory Cortex of Congenitally Deaf Adults: A Comparison of Somatosensory and Visual-Driven BOLD fMRI Activation. *Journal of Neuroscience*, 32(28), 9626-9638.
- Kemenko PMK. (2023). Penyandang Disabilitas di Indonesia: Tantangan dan Peluang. Jakarta: Kementerian Koordinator Pembangunan Manusia dan Kebudayaan.
- Kemendikbudristek. (2023). Data Pendidikan Anak Berkebutuhan Khusus di Indonesia: Tantangan dan Solusi. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Knyazev, G. G. (2007). Motivation, Emotion, and Their Inhibitory Control Mirrored in Brain Oscillations: Neurophysiological Correlates of Approach-Withdrawal Motivation and Emotion. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 31(1), 113-142.
- Naufa, N., & Shaum, P. (2024). Pengembangan Bivibral Beats untuk Meningkatkan Kualitas Tidur Working Mothers. *Prosiding MYRES Nasional 2024*.
- Walker, M. P. (2017). Why We Sleep: Unlocking the Power of Sleep and Dreams. *Scribner Publishing*.