



Rancang Bangun Stimulator Gelombang Otak Berbasis Audio Visual Stimulation untuk Meningkatkan Kualitas Tidur

Ilham Ibnu Hasan^{1*}, Patrisius Kusi Olla², Florentinus Budi Setiawan³

¹⁻³Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang, Indonesia

*Penulis korespondensi: ilhamibnuhasan@stikessemarang.ac.id¹

Abstract. Sleep disorders such as insomnia are health problems that have a serious impact on quality of life. This research aims to design and build a brain wave stimulator based on Audio Visual Stimulation (AVS) as a non-invasive solution to help improve sleep quality. It utilizes a synchronized combination of light and sound, controlled by an Arduino NANO microcontroller, and supported by a DFPlayer Mini module, speakers, and blue LEDs as a stimulation medium. The research methods used are applied research with observation stages, literature studies, system design, tool implementation, and function testing. Functional tests were performed five times in a span of 15 minutes after the device was activated. The results of the voltage measurement on each component also show that the performance of the tool is within normal limits according to the datasheet. Thus, this tool successfully functions as designed and has the potential to be a viable solution to improve sleep quality.

Keywords: Arduino NANO; Audio Visual Stimulation; Insomnia; Sleep Quality; Waves

Abstrak. Gangguan tidur seperti insomnia merupakan masalah kesehatan yang berdampak serius pada kualitas hidup. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat stimulator gelombang otak berbasis Audio Visual Stimulation (AVS) sebagai solusi non-invasif untuk membantu meningkatkan kualitas tidur. Alat ini memanfaatkan kombinasi cahaya dan suara yang disinkronkan, dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino NANO, serta didukung oleh modul DFPlayer Mini, speaker, dan LED biru sebagai media stimulasi. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan dengan tahapan observasi, studi pustaka, perancangan sistem, implementasi alat, dan pengujian fungsi. Uji fungsi dilakukan sebanyak lima kali percobaan dalam rentang waktu 15 menit setelah alat diaktifkan. Hasil pengukuran tegangan pada tiap komponen juga menunjukkan bahwa kinerja alat berada dalam batas normal sesuai datasheet. Dengan demikian, alat ini berhasil berfungsi sesuai perancangan dan memiliki potensi sebagai solusi yang layak untuk meningkatkan kualitas tidur.

Kata kunci: Arduino NANO; Audio Visual Stimulation; Gelombang Otak; Insomnia; Kualitas Tidur

1. LATAR BELAKANG

Otak memiliki peranan penting dalam berbagai proses yang terjadi pada tubuh manusia. Hal ini disebabkan karena otak merupakan organ yang berfungsi sebagai pusat kontrol aktivitas dalam tubuh manusia. itu menghasilkan sinyal listrik kecil dalam pola teratur dan disalurkan melalui jaringan sel-sel saraf yang disebut neuron. Perbedaan komposisi ionik pada cairan intraseluler dan ekstraseluler menghasilkan gradien voltase listrik melintasi membran yang disebut potensial membran. Potensial inilah yang direkam oleh sebuah alat bernama elektroencephalograph. Elektroencephalograph adalah alat yang didesain untuk mengukur aktivitas listrik otak (pada umumnya dikenal gelombang otak) melalui elektroda yang diletakkan dikulit kepala. Melalui pola gelombang otak pada elektroencephalograph kita bisa mengetahui aktivitas otak dan menginterpretasikan kelainan atau penyakit yang diderita pasien (Yudiansyah Akbar, 2014).

Sistem jaringan otak terdiri dari miliaran sel otak yang disebut neuron. Setiap neuron saling berkomunikasi dan menjalin hubungan dengan memancarkan gelombang listrik

berfluktuasi yang disebut dengan *gelombang otak* atau gelombang otak. Aktivitas otak menghasilkan berbagai gelombang otak secara bersamaan. Secara umum, terdapat empat gelombang utama yang dihasilkan oleh otak, yaitu gelombang alfa, beta, teta, dan delta. Meskipun demikian, terdapat satu gelombang otak yang lebih dominan yang menandakan otak bekerja terhadap suatu aktivitas tertentu (Destyan & Imam, 2016).

Tidur merupakan suatu proses otak yang dibutuhkan oleh seseorang untuk dapat berfungsi dengan baik. Masyarakat awam belum begitu mengenal gangguan tidur sehingga jarang mencari pertolongan. Beberapa gangguan tidur dapat mengancam jiwa baik secara langsung (misalnya insomnia yang bersifat keturunan dan fatal dan apnea tidur obstruktif) atau secara tidak langsung misalnya kecelakaan akibat gangguan tidur (Nurmiati Amir, 2007)

Gangguan tidur juga dikenal sebagai penyebab morbiditas yang signifikan. Ada beberapa dampak serius gangguan tidur pada manusia misalnya mengantuk berlebihan di siang hari, gangguan atensi dan memori, mood depresi, sering terjatuh, penggunaan hipnotik yang tidak semestinya, dan penurunan kualitas hidup. Angka kematian, angka sakit jantung dan kanker lebih tinggi pada seseorang yang lama tidurnya lebih dari 9 jam atau kurang dari 6 jam per hari bila dibandingkan dengan seseorang yang lama tidurnya antara 7-8 jam per hari. Insomnia merupakan gangguan tidur yang paling sering ditemukan. Setiap tahun diperkirakan sekitar 20%-50% orang dewasa melaporkan adanya gangguan tidur dan sekitar 17% mengalami gangguan tidur yang serius. Prevalensi gangguan tidur pada lansia cukup tinggi yaitu sekitar 67 %. Walaupun demikian, hanya satu dari delapan kasus yang menyatakan bahwa gangguan tidurnya telah didiagnosis oleh dokter. (Nurmiati Amir, 2007).

2. KAJIAN TEORITIS

Gelombang otak adalah osilasi listrik yang dihasilkan oleh aktivitas sinkron dari jaringan neuron di otak. Aktivitas ini dapat dideteksi menggunakan teknik seperti elektroensefalografi (EEG), yang merekam voltase pada kulit kepala. Gelombang otak bukan hanya sekedar "kebisingan" listrik, namun mencerminkan berbagai keadaan mental dan aktivitas kognitif, mulai dari tidur nyenyak hingga fokus intens. Gelombang otak dihasilkan oleh aktivitas neuron di dalam otak manusia, aktivitas neuron ini menghasilkan sinyal listrik sebagai pembawa informasi sensori dan motorik. Gelombang otak merupakan rambatan dari potensial aksi sepanjang wilayah tertentu pada otak dan pada waktu tertentu. Gelombang otak manusia memiliki rentang frekuensi dan amplitudo yang bervariasi antara 0-30 Hz dan digolongkan menjadi gelombang delta, theta, alpha dan beta (Yudiansyah Akbar, 2014).

Penelitian pertama dilakukan oleh Muhammad Irsyad (2019) dengan judul “Pengembangan Stimulator Gelombang Otak Berbasis Audio-Visual untuk Meningkatkan Kualitas Tidur”. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan alat stimulator gelombang otak menggunakan stimulus cahaya dan suara guna mempercepat tercapainya kondisi rileks sebagai tahap awal menuju tidur. Prototipe alat memberikan stimulus visual menggunakan kedipan LED biru dengan panjang gelombang 463,92 nm dan stimulus suara berupa binaural beats dengan frekuensi 8 Hz hingga 1 Hz selama 30 menit. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan daya pada gelombang theta dan penurunan daya pada gelombang beta pada semua subjek, menandakan kondisi berbahaya. Selain itu, terdapat penurunan indikator ketegangan, menunjukkan subjek memasuki keadaan rileks.

Penelitian kedua mengenai pengaruh gelombang otak terhadap kualitas tidur dilakukan oleh R. Firmansyah dan D. Wijaya (2021) dengan judul "Pengaruh Stimulasi Gelombang Otak Theta dan Delta terhadap Peningkatan Kualitas Tidur pada Pasien Insomnia". Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi manfaat stimulasi gelombang theta dan delta dalam menginduksi tidur yang lebih dalam dan berkualitas. Dalam penelitian ini, partisipan menerima terapi stimulasi gelombang otak melalui headphone dan perangkat visual yang menghasilkan pola ritmis sinkron. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa partisipan mengalami peningkatan kualitas tidur sebesar 75% dibandingkan sebelum terapi



Gambar 1. Stimulator Gelombang Otak Berbasis Audio Visual.

Komponen Teknologi Pendukung

- a. Arduino NANO
- b. Modul Step Up 5 VDC
- c. Modul DFPlayer Mini
- d. Speaker
- e. LED Biru 3W
- f. Push Button

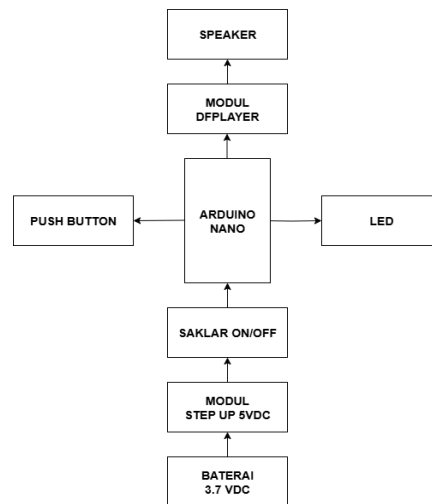
3. METODE PENELITIAN

Mengenai stimulasi otak berbasis audiovisual dilakukan oleh Fajar Nugroho dan Lestari Widyaningsih (2022) dengan judul "Implementasi Teknologi Brainwave Entrainment dalam Terapi Tidur Berbasis Audio-Visual Stimulation". Penelitian ini mengeksplorasi bagaimana teknologi Brainwave Entrainment yang menggunakan kombinasi suara dan cahaya dapat membantu meningkatkan kualitas tidur. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan algoritma penyesuaian frekuensi yang disesuaikan dengan kondisi individu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terapi ini dapat mengurangi gangguan tidur hingga 60% dan meningkatkan efektivitas tidur nyenyak.

Mengidentifikasi adalah tentang penggunaan stimulasi audio-visual untuk meningkatkan kualitas tidur oleh Anisa Putri dan Budi Santoso (2023), berjudul "Efektivitas Stimulasi Gelombang Otak Berbasis Audio Visual dalam Meningkatkan Kualitas Tidur". Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas teknologi Audio-Visual Stimulation (AVS) dalam membantu individu dengan gangguan tidur. Metode yang digunakan mencakup stimulasi frekuensi gelombang otak menggunakan suara binaural beats dan pola visual berkedip yang dirancang untuk meningkatkan produksi gelombang delta saat tidur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AVS secara rutin dapat meningkatkan efisiensi tidur hingga 80% serta mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk tertidur.

Desain Sistem

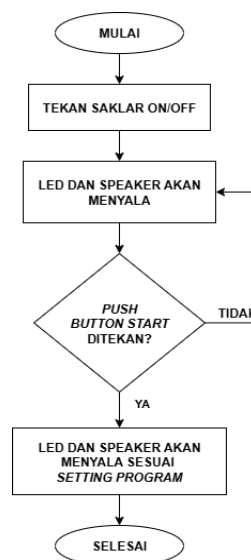
Blok diagram berfungsi untuk memudahkan seseorang dalam memahami cara kerja alat itu sendiri. Gambar 2 menunjukkan blok diagram tahap perancangan keseluruhan komponen yang digunakan dalam proses pembuatan Stimulator Gelombang Otak Berbasis Audio Visual Stimulation Untuk Meningkatkan Kualitas Tidur. Pada saat alat dinyalakan dimulai dengan menekan tombol power untuk menghidupkan alat lalu tekan tombol untuk memulai audio stimulation. Lalu frekuensi suara keluar dari SPEAKER.



Gambar 2. Blok diagram.

Algoritma Program (Flowchart)

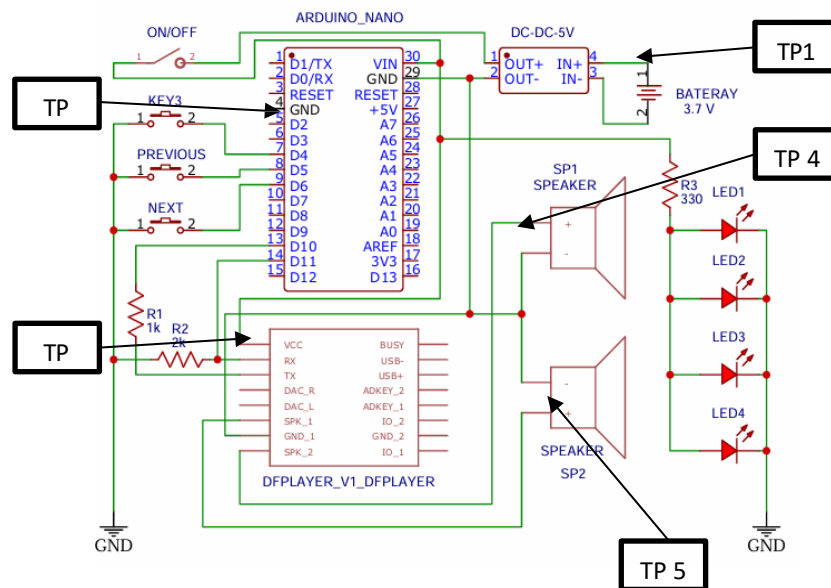
Flow Chart atau diagram alur merupakan sebuah diagram dengan simbol simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang di simbolkan dalam bentuk kotak kotak beserta urutan nya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut dengan tanda panah. Untuk mengetahui prinsip kerja Stimulator Gelombang Otak Berbasis Audio Visual Stimulation.



Gambar 3. Flowcart alur pemograman.

Rangkaian Keseluruhan dan Desain Alat

Seluruh komponen disusun dalam satu sistem tertutup menggunakan kerangka logam tahan panas. Posisi tombol kendali, pemanas diatur secara ergonomis.



Gambar 4. Rangkaian Keseluruhan.

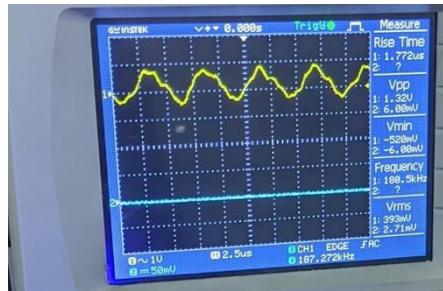
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Stimulator gelombang otak ini dirancang untuk memberikan rangsangan audio dan visual yang disinkronkan pada frekuensi tertentu untuk menginduksi gelombang otak yang sesuai dengan kondisi rileksasi atau tidur. Alat ini memanfaatkan teknologi binaural beats untuk stimulasi audio dan kedipan LED untuk stimulasi visual. Kombinasi kedua stimulus ini ditujukan untuk membantu pengguna memasuki fase tidur lebih cepat dan meningkatkan kualitas tidur secara keseluruhan.

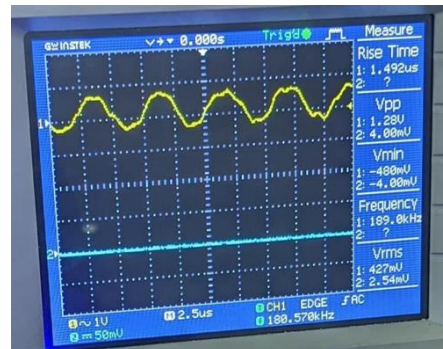
Tabel 1. Uji Fungsi Alat.

Percobaan	Frekuensi (Hz)	Waktu (menit)	Hasil Gelombang	Keterangan
1.	11,40	15	Alpha	Keadaan Relaks
2.	21,08	15	Gamma	Gangguan Tidur
3.	18,90	15	Beta	Belum Mengantuk
4.	10,05	15	Alpha	Keadaan Relaks
5.	8,70	15	Alpha	Keadaan Relaks

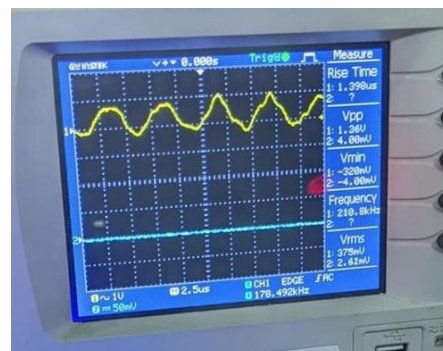
Berdasarkan hasil data di atas dapat diketahui bahwasanya alat stimulator gelombang otak berbasis *audio visual stimulation* untuk meningkatkan kualitas tidur dapat digunakan untuk membantu seseorang yang kesulitan untuk tidur. Percobaan yang telah dilakukan sebanyak 5 kali dengan rentang waktu yang dilakukan pada percobaan adalah selama 15 menit.



Gambar 5. Hasil Percobaan Gelombang Alpha (Memiliki nilai frekuensi 8 hingga 12 Hz dapat menimbulkan efek tertidur).



Gambar 6. Hasil Percobaan Gelombang Beta (Memiliki nilai frekuensi 12 hingga 19 Hz tahap seseorang dalam relaks).



Gambar 7. Hasil Percobaan Gelombang Gamma (Memiliki nilai frekuensi >20 Hz indikasi pasien mengalami gangguan tidur).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian rancang bangun alat stimulator gelombang otak berbasis *audio visual stimulation* untuk meningkatkan kualitas tidur, mulai dari studi literatur untuk mendalami teori yang relevan, merancang desain alat sesuai kebutuhan, melaksanakan proses pembuatan perangkat secara bertahap, hingga melakukan pengumpulan dan analisis data dari hasil uji coba yang dilakukan guna mendapatkan hasil yang valid dan sesuai dengan tujuan penelitian, penulis akhirnya dapat merumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut: Alat stimulator gelombang otak berbasis *audio visual stimulation* untuk meningkatkan kualitas tidur dapat digunakan untuk membantu seseorang dalam mengatasi gangguan tidur. Penggunaan cahaya LED (*visual*) dan

bunyi Speaker (*audio*) membantu memberikan rangsangan ke saraf otak sesuai dengan nada/ritme yang ada pada program Arduino NANO. Hasil uji fungsi alat yang telah dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan rentang waktu selama 15 menit. Percobaan dengan hasil dapat tertidur (relaks) akan menunjukkan hasil gelombang Alpha. Selama melakukan percobaan alat penulis tidak menemui kendala yang serius.

DAFTAR REFERENSI

- Akbar, Y. (2014). *Rekayasa medis: Teknik dan aplikasi elektroensefalografi (EEG)*.
- Amir, N. (2007). Gangguan tidur dan implikasinya terhadap kesehatan jiwa. *Jurnal Kedokteran Universitas Hasanuddin*.
- Andini, S., & Utama, P. (2022). Pengaruh frekuensi alpha dan theta terhadap peningkatan kualitas tidur melalui stimulasi audio-visual. *Jurnal Neurofisiologi Terapan*, 4(1), 25–34.
- Darmawati, S. (2019). *Penentuan golongan darah sistem ABO*.
- Destyan, R., & Imam, S. (2016). Deteksi tingkat relaksasi menggunakan EEG dengan metode audio visual stimulation. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 4(1), 45–50.
- Firmansyah, R., & Wijaya, D. (2021). Pengaruh stimulasi gelombang otak theta dan delta terhadap peningkatan kualitas tidur pada pasien insomnia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nusantara*, 9(2), 120–128.
- Hidayat, R., & Prasetyo, A. (2020). Analisis pengaruh frekuensi gelombang otak terhadap kualitas tidur menggunakan EEG. *Jurnal Neuroteknologi Indonesia*, 5(2), 78–86.
- Irsyad, M. (2019). *Pengembangan stimulator gelombang otak berbasis audio-visual untuk meningkatkan kualitas tidur* [Tugas akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya].
- Lestari, D., & Ramadhan, F. (2021). Penggunaan audio binaural beats untuk meningkatkan relaksasi dan kualitas tidur. *Jurnal Psikologi Eksperimen*, 9(3), 201–210.
- Nugroho, F., & Widyaningsih, L. (2022). Implementasi teknologi brainwave entrainment dalam terapi tidur berbasis audio-visual stimulation. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Indonesia (JTEKI)*, 11(2), 88–95.
- Putri, A., & Santoso, B. (2023). Efektivitas stimulasi gelombang otak berbasis audio visual dalam meningkatkan kualitas tidur. *Jurnal Psikologi dan Neurosains Indonesia*, 7(1), 15–22.
- Rahmawati, T., & Fitria, N. (2018). Peran terapi musik dalam meningkatkan kualitas tidur pada penderita insomnia. *Jurnal Kesehatan Jiwa dan Psikologi*, 6(1), 33–41.
- Setiawan, R., & Lazuardi, A. (2023). Analisis pengaruh gelombang otak terhadap siklus tidur menggunakan perangkat EEG portabel. *Jurnal Sains dan Teknologi Biomedis*, 11(2), 89–97.
- Suryani, M., & Putra, D. (2020). Implementasi sinyal EEG dalam pemantauan kualitas tidur manusia. *Jurnal Teknologi Informasi dan Kesehatan*, 8(2), 145–153.
- Wibowo, H., & Nugraha, Y. (2017). Aplikasi teknologi biofeedback berbasis EEG untuk relaksasi dan meditasi. *Jurnal Sistem dan Informatika*, 12(1), 55–62.