

Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* pada Penderita Insomnia berdasarkan Sinyal *Elektroensefalogram*

Ahmad Azhari¹, Inosensia Lionetta Pricillia²,

Departement of Informatics, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia
¹ ahmad.azhari@tif.uad.ac.id; ² inosensialionetta2000@gmail.com;

INFORMASI ARTIKEL

Histori Artikel

Diterima : 05 Juli 2022
Direvisi : 26 Juli 2022
Diterbitkan : 19 Agustus 2022

Kata Kunci:

Elektroensefalogram
Gangguan Tidur
Insomnia
KNN
Photic Stimulation

ABSTRAK

Pengukuran insomnia saat ini, umumnya dilakukan oleh para ahli medis dengan melihat kondisi pasien disertai gejala yang merujuk pada insomnia. Sebaliknya, pengukuran secara kuantitatif masih sangat minim ditemukan. Penelitian ini mengusulkan pengukuran alternatif dengan akuisisi aktivitas gelombang otak melalui *electroencefalogram (EEG)* dalam mengidentifikasi tidur gangguan. Insomnia adalah gangguan tidur umum yang dapat membuat sulit untuk tertidur, sulit untuk tetap tertidur, atau menyebabkan bangun terlalu dini dan tidak bisa kembali tidur. Tidak hanya melemahkan tingkat energi dan suasana hati, tetapi insomnia juga berdampak pada kesehatan, kinerja, dan kualitas hidup seseorang. Gangguan tidur ini muncul karena beberapa faktor, seperti kecemasan, stres, depresi, gangguan bipolar, atau trauma. Stimulasi fotik diberikan sebagai upaya untuk menemukan respons tubuh seseorang terhadap cahaya. Remaja akhir yang memiliki gejala insomnia dengan rentang usia 17-25 tahun dimasukkan sebagai responden, sebelumnya telah diberikan screening test terkait gangguan tidur 2 minggu yang lalu sehingga dapat diidentifikasi termasuk insomnia berat, sedang, ataupun ringan. Studi ini mengusulkan pendekatan baru menggunakan EEG sebagai alat ukur kuantitatif. Pendekatan baru ini membandingkan beberapa jenis metode perolehan data insomnia dari penelitian sebelumnya. Diharapkan pola penderita insomnia dapat terlihat dan dapat diklasifikasi menggunakan metode KNN, sehingga dapat mempermudah proses pendidagnosaan gangguan tidur insomnia secara kuantitatif.

2022 SAKTI – Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi.
Hak Cipta.

I. Pendahuluan

Di Indonesia, insomnia menyerang sekitar 50% orang yang berusia 65 tahun [1]. Setiap tahun diperkirakan sekitar 20%-50% orang dewasa melaporkan gangguan tidur dan sekitar 17% mengalami gangguan tidur yang serius. Prevalensi gangguan tidur pada lansia cukup tinggi yaitu sekitar 67% [2], [3]. Pada tahun 2021, menurut statistik gangguan tidur yang dilaporkan oleh *American Sleep Association (ASA)*, 50 hingga 70 juta orang dewasa di AS dipengaruhi oleh gangguan tidur. 37% orang dewasa berusia antara 20 dan 39 tahun, 40% orang dewasa berusia antara 40 dan 59 tahun. Gambar 1 menunjukkan diagram persentase gangguan tidur berdasarkan umur oleh ASA.



Gambar. 1. Diagram Persentase Gangguan Tidur Berdasarkan Umur oleh ASA

Gangguan tidur terjadi pada saat seseorang tidak dapat tidur dengan baik, sering terbangun saat tidur, lebih sulit memulai tidur, terbangun lebih dini dan sulit untuk tidur kembali. Kualitas tidur yang buruk dapat mempengaruhi aktivitas keesokan harinya [4]. Insomnia adalah kondisi di mana seseorang mengalami ketidakcukupan terhadap kualitas dan kuantitas tidur. Insomnia adalah gangguan tidur yang paling sering dijumpai saat ini dengan efek jangka panjang dan serius pada kesehatan [5], [6].

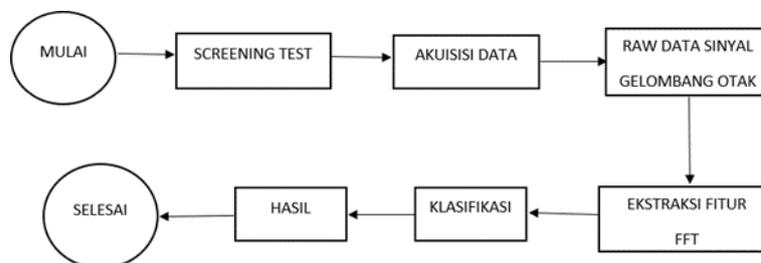
Gangguan tidur insomnia umumnya menggunakan tolak ukur biologis yang didiagnosis oleh tenaga kesehatan, baik dokter maupun tenaga kesehatan lainnya. Tidak ada tes khusus untuk mendiagnosis insomnia. Pendekatan pengukuran insomnia saat ini masih menggunakan pendekatan kualitatif, dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada pasien tentang pola tidur, serta penggunaan beberapa stimulus, baik fisik maupun psikologis. Berbagai penelitian melaporkan bahwa terapi yang berkaitan dengan otak pasien penderita insomnia, memiliki peluang baik dalam proses penyembuhan penyakit insomnia. Ditunjukkan dengan penelitian terapi musik sebagai pilihan terapi non farmakologi terbukti memiliki pengaruh yang signifikan untuk menangani permasalahan kesulitan tidur insomnia [7]. Hasil intervensi berupa terapi Beapreasi juga terbukti dapat meningkatkan kualitas tidur pada lansia dengan insomnia yang terlihat dari penurunan nilai *The Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) pada lansia [8]. Dari beberapa pengamatan tersebut studi ini mengusulkan pendekatan kuantitatif baru terhadap penyakit insomnia menggunakan pengukuran biometrik gelombang otak dengan *Electroencephalogram* (EEG).

EEG merupakan perangkat medis yang dikenal sebagai prosedur untuk mengukur sinyal listrik dari kulit kepala yang dihasilkan dengan memantau aktivitas neuron di otak [9], [10], [11]. Secara umum, ada dua jenis alat EEG, yaitu *scalp EEG* (dipasang di luar kepala pasien) dan *Intracranial EEG* (IEEG) (dipasang di atas membran otak, biasanya melalui proses pembedahan). IEEG biasanya terbatas digunakan dalam beberapa kasus, misalnya, sebelum operasi, untuk mendiagnosis kelainan otak [12]. EEG banyak dipilih karena lebih mudah diaplikasikan, murah, dan mampu memberikan resolusi sinyal yang memadai untuk observasi [13]. Sinyal EEG merupakan sinyal bioelektrik yang berupa gelombang listrik dengan ukuran relatif kecil sehingga sulit untuk diamati secara langsung [14], sinyal tersebut tersusun secara kompleks dan mengandung sumber informasi dari otak.

Intermittent Photic Stimulation (IPS) merupakan stimulasi visual yang disertai perubahan aktivitas saraf dengan memicu rangsangan visual tertentu [15], secara luas digunakan sebagai prosedur pengaktifan rutin di laboratorium klinis EEG [16]. Metode ini dapat membantu menegakkan diagnosis yang sangat efektif untuk memahami apakah seseorang peka terhadap cahaya atau tidak. Dengan menggunakan EEG disertai dengan stimulus fotik, didapatkan hasil berupa pola gelombang otak. Pola gelombang otak ini diperoleh ketika seseorang berkedip sebagai respons terhadap kilatan cahaya yang ditempatkan di depan orang tersebut. Hal ini merupakan respons alami dari otak manusia yang menghasilkan sinyal listrik berupa gelombang sebagai aktivitas neuron [17]. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pendekatan baru untuk mendiagnosis insomnia secara kuantitatif dan memberikan perspektif baru di bidang penelitian.

II. Material dan Metode

Penelitian ini diawali dengan dilakukannya *screening test*, akuisisi data sinyal gelombang otak dengan menggunakan stimulus, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Perolehan data mengacu pada proses *screening test* dan perekaman sinyal gelombang otak menggunakan alat EEG, stimulus menggunakan *photic stimulation*, ekstraksi ciri menggunakan FFT, dan Klasifikasi berdasarkan hasil perekaman pola sinyal gelombang otak yang dilakukan oleh responden. Gambar 2 menunjukkan alur penelitian yang dilakukan.



Gambar. 2. Diagram Penelitian

A. Gangguan Tidur Insomnia

Gangguan tidur merupakan suatu kondisi di mana seseorang tidak dapat tidur dengan baik dan sempurna. Insomnia berasal dari kata “in” yang berarti tidak dan “somnia” yang berarti tidur, jadi insomnia berarti tidak tidur atau gangguan tidur [18]. Orang yang berada pada masa dewasa memiliki kebutuhan tidur antara 7-8 jam per hari [19]. Porsi tidur yang tidak tepat dapat menyebabkan gangguan pada diri seseorang berupa penurunan aktivitas, penurunan *mood*, dan gangguan kesehatan. Di sisi lain, dampak positif insomnia adalah tercapainya

target yang diinginkan, yang disertai dengan penggunaan waktu yang baik dan tepat untuk melakukan sesuatu [20]. Untuk mengetahui apakah seseorang mengalami insomnia atau tidak, tanpa dilakukannya pengukuran secara berskala terlebih dahulu, dapat dilakukan tes skrining terhadap pola tidur yang dialami beberapa hari yang lalu.

B. Screening Test

Screening test merupakan tes yang dilakukan pada proses pendeteksian kondisi kesehatan pada populasi sehat pada kelompok tertentu sesuai dengan jenis penyakit yang akan dideteksi dini dengan upaya meningkatkan kesadaran pencegahan dan diagnosis dini bagi kelompok yang termasuk risiko tinggi [21]. *Screening test* yang dilakukan pada penelitian ini berpatokan pada *Insomnia Severity Index* (ISI). ISI merupakan *instrument* pengukuran insomnia dengan berupa kuesioner yang dapat membantu dokter dalam menentukan diagnosis terkait penyakit gangguan tidur insomnia [22]. ISI memiliki tujuh pertanyaan. Dari pertanyaan tersebut, terdapat tujuh jawaban yang kemudian dapat dijumlahkan untuk mendapatkan skor total. Pedoman Penilaian ISI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tujuh Pertanyaan *Insomnia Severity Index*

Pertanyaan	Opsi Jawaban				
	Opsi 1	Opsi 2	Opsi 3	Opsi 4	Opsi 5
Apakah sulit bagi Anda untuk tertidur?	Tidak	Tidak terlalu sulit	Agak sulit	Sulit	Sangat sulit
Apakah sulit bagi Anda untuk tetap tertidur?	Tidak	Tidak terlalu sulit	Agak sulit	Sulit	Sangat sulit
Apakah sulit bagi Anda untuk bangun di pagi hari?	Tidak	Tidak terlalu sulit	Agak sulit	Sulit	Sangat sulit
Seberapa puas/tidak puas Anda dengan pola tidur Anda dalam dua minggu terakhir	Sangat Puas	Puas	Agak puas	Tidak puas	Sangat tidak puas
Apakah masalah tidur Anda saat ini terlihat oleh orang lain?	Sama sekali tidak terlihat	Tidak terlalu terlihat	Agak	Nyata	Sangat terlihat
Apakah Anda khawatir/tertekan tentang masalah tidur Anda saat ini?	Tidak	Tidak terlalu khawatir	Agak	Banyak	Sangat khawatir
Seberapa besar masalah tidur	Sama sekali tidak	Tidak terlalu banyak	Agak	Banyak	Sangat banyak

Persamaan 1 menunjukkan pedoman penilaian atau interpretasi dari tujuh pertanyaan pada Tabel 1. Total skor diperoleh dari penjumlahan skor dari pertanyaan pertama hingga pertanyaan ketujuh. Kemudian hasil tersebut disesuaikan dengan kategori insomnia pada Tabel 2.

$$\sum x_0 + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \quad (1)$$

Tabel 2. Kategori Total Skor

Skor Total	Identifikasi
0 – 7	Tidak ada insomnia yang signifikan secara klinis
8 – 14	Insomnia di bawah ambang batas
15 – 21	Insomnia klinis (keparahan sedang)
22 – 28	Insomnia klinis (berat)

C. Elektroensefalogram (EEG)

EEG adalah sinyal bioelektrik yang sering digunakan untuk mengukur sinyal biolistrik pada jaringan otak [23]. EEG juga merupakan bagian dari studi biomedis, khususnya *neuroscience* yang berkaitan dengan aktivitas otak yang menghasilkan sinyal elektromagnetik dan berkaitan dengan fungsi fisik tubuh manusia. Salah satu tujuan yang dihasilkan dari bidang biomedis adalah untuk menghasilkan autentikasi dan identifikasi individu. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hans Berger, ia menemukan bahwa potensial listrik tidak beraturan yang berasal dari otak manusia adalah sekitar 50 sampai 100 V [18]. Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Headset NeuroSky MindWave Mobile 2. *Headset* ini menggunakan sensor kontak tunggal yang dipasang pada dahi sebelah kiri dan daun telinga. Data keluaran dari *headset* ini adalah berupa delapan spektrum sinyal EEG (*delta, theta, low-alpha, high-alpha, low-beta, high-beta, dan low-gamma*), *eSense Attention*, dan

Meditation. Data *eSense Attention* mengindikasikan tingkat konsentrasi pengguna *headset*, sedangkan *eSense Meditation* mengindikasikan tingkat relaksasi pikiran dari pengguna *headset* [24]. Gambar 3 menunjukkan perangkat EEG dalam bentuk Headset Neurosky Mindwave Mobile 2.



Gambar. 3. Headset Neurosky Mindwave Mobile 2

D. Simulasi

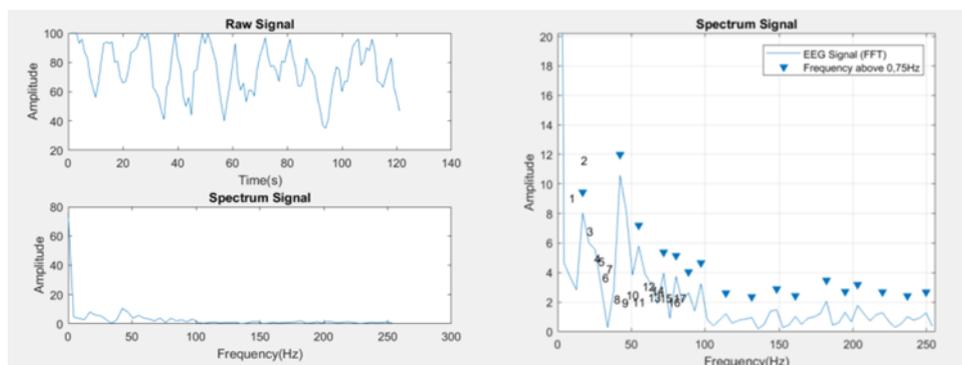
Stimulasi merupakan suatu prosedur aktivasi yang dilakukan selama EEG untuk meningkatkan hasil aktivitas insomnia [25]. Stimulasi ini berupa dorongan perkembangan atau penyebab aktivitas secara umum yang penelitian ini, digunakan untuk mendapatkan gelombang otak yang spesifik pada penderita insomnia. *Photic Stimulation* merupakan salah satu metode aktivasi dalam elektroensefalografi yang biasa digunakan pada pasien pengidap penyakit epilepsi [26]. *Photic stimulation* dilakukan untuk mengidentifikasi kepekaan seseorang terhadap rangsangan cahaya. Metode ini dapat membantu dengan sangat efektif untuk proses pendiagnosaan apakah seseorang peka terhadap cahaya atau tidak. Gambar 4 menunjukkan ilustrasi *photic stimulation*.



Gambar. 4. Ilustrasi *Photic Stimulation*

E. Fast Fourier Transform (FFT)

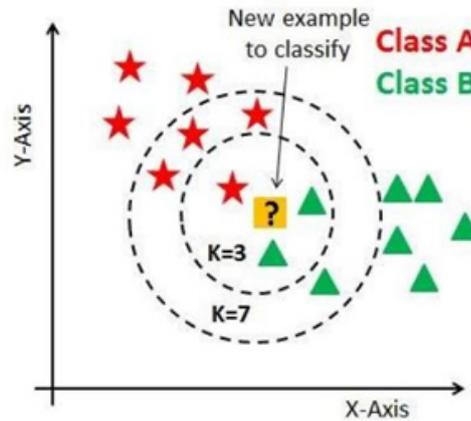
Ekstraksi Fitur digunakan untuk mendapatkan sebuah pola dari suatu citra yang diuji. Ekstraksi fitur memiliki salah satu metode yaitu ekstraksi ciri. Ekstraksi ciri merupakan sebuah proses awal untuk melakukan sebuah proses klasifikasi dan interpretasi citra [27]. Proses ekstraksi ini berhubungan dengan karakteristik pada nilai citra yang sesuai. Salah satu metode yang digunakan pada ekstraksi ciri ini adalah metode *Fast Fourier Transform* (FFT). FFT adalah sumber algoritma untuk menghitung diskrit secara cepat dan efisien [28]. FFT digunakan untuk mentransformasikan sinyal EEG dengan mula berbasis waktu menjadi sinyal EEG berbasis frekuensi. Pada Gambar 5 (a) bentuk data dari gelombang otak dalam domain waktu ditampilkan dan kemudian diubah menjadi domain frekuensi, (b) data setelah diubah menjadi domain frekuensi dan setiap sinyal *min* dan *max* puncak.



Gambar. 5. (a) Sinyal Domain Waktu ke Frekuensi, (b) Sinyal Frekuensi dengan Puncak *Min* dan *Max*

F. Klasifikasi KNN

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah suatu algoritma yang digunakan untuk pengklasifikasian suatu data [29]. Data yang didapatkan harus melalui proses pencarian *Euclidean Distance* untuk mencari tetangga terdekat. *Euclidean Distance* merupakan jarak terdekat antara data yang akan dievaluasi dengan k-tetangga terdekatnya di dalam data pelatihan [30]. K data yang digunakan dalam KNN harus sudah diketahui kelasnya. Nilai K merupakan sebuah bilangan integer. Gambar 6 menunjukkan Visualisasi KNN.



Gambar. 6. Visualisasi KNN

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, terdapat 30 responden pada tahap akuisisi data sinyal gelombang otak. Dengan total 30 data mentah perekaman sinyal gelombang otak untuk 30 responden dengan masing-masing responden melakukan perekaman sinyal gelombang otak sebanyak 1 kali.

B. Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur dilakukan pada hasil kumpulan data EEG, yang berfungsi untuk mendapatkan *average peak-to-peak signal* [31]. Ekstraksi fitur dilakukan dengan menerapkan *Fast Fourier Transform (FFT)* metode. Metode ini memungkinkan data EEG yang diproses untuk mendapatkan puncak amplitudo setiap sinyal. Data mentah rekaman sinyal gelombang otak masing-masing responden diekstraksi dengan menggunakan FFT melalui aplikasi MatLab untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi sehingga mendapatkan nilai maksimum dan minimum sinyal gelombang otak untuk menghitung rata-rata. Kemudian hasil ekstraksi fitur disimpan dalam file.xlsx untuk menghitung rata-rata sinyal gelombang otak dari masing-masing responden.

Tabel 3. Contoh Data Puncak Minimum dan Maksimum

	Max 1	Min 1
Minimum	0,18437	0,95458
Maksimum	74,92561	10,91975
Count	74,74124	9,63738

Dari data yang telah diproses menggunakan aplikasi MatLab, kemudian lakukan normalisasi data dengan cara data maksimum dikurangi dengan data minimum. Selanjutnya, hitung rata-rata dari masing-masing data maksimum dan data minimum.

Tabel 4. Contoh Data Rata-Rata Minimum dan Maksimum

Avg Max 1	Avg Min 1
3,26876	3,02516

Setelah mendapatkan rata-rata data maksimum dan minimum, sinyal dipotong berdasarkan data yang dinormalisasi dan dihitung rata-rata dari hasil pemotongan data tersebut. Selanjutnya, diperoleh data ekstraksi akhir yang akan digunakan sebagai *dataset*.

Tabel 5. Contoh Data Setelah Pemotongan Sinyal

<i>Avg Max 1</i>	<i>Avg Min 1</i>
10,98932	5,89816

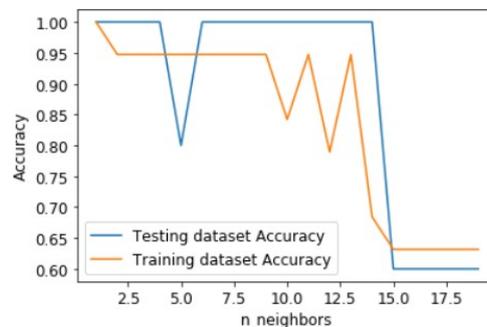
Tabel 6. Contoh Ekstraksi Data Akhir

<i>Avg MaxMin 1</i>
8,44374

C. Model Training dan Testing

Data yang telah diproses sebelumnya terdiri dari 2 kelas yakni insomnia dan non insomnia. Data tersebut nantinya akan digunakan sebagai *dataset* untuk data latih maupun data uji. Data tersebut dibagi menjadi data latih dan data uji dengan perbandingan 80 : 20, sehingga dari 30 data, 24 data menjadi data latih dan 6 data lainnya menjadi data uji. Data tersebut kemudian dilakukan pengklasifikasian dengan menggunakan KNN.

Dari proses pengklasifikasian data uji menggunakan KNN, didapatkan akurasi sebesar 95%. Gambar 7 menunjukkan grafik akurasi.



Gambar 7. Grafik Akurasi

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penerapan KNN pada pengukuran EEG terhadap penderita insomnia menghasilkan hasil yang baik. Tingkat akurasi yang diperoleh dari data uji KNN adalah sebesar 95%. Nilai akurasi tersebut membuktikan bahwa pengklasifikasian KNN yang telah dibangun cukup baik untuk dapat mengidentifikasi penyakit insomnia oleh penderitanya. Ke depannya, diperlukan penambahan data latih agar dapat menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi serta penambahan kelas untuk dapat mengategorikan jenis insomnia yang diderita.

Daftar Pustaka

- [1] I. N. Sumirta and A. I. Laraswati, "Faktor yang Menyebabkan Gangguan Tidur (Insomnia) Pada Lansia," *Politek. Kesehat. Denpasar*, pp. 1–10, 2017. S. Bhaskar, D. Hemavathy, and S. Prasad, "Prevalence of chronic insomnia in adult patients and its correlation with medical comorbidities," *J. Fam. Med. Prim. Care*, vol. 5, no. 4, p. 780, 2016, doi: 10.4103/2249-4863.201153.
- [2] L. Susanti, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Insomnia di Poliklinik Saraf RS DR. M. Djamil Padang," *J. Kesehat. Andalas*, vol. 4, no. 3, pp. 951–956, 2015, doi: 10.25077/jka.v4i3.391.
- [3] W. Wen, "Sleep Quality Detection Based on EEG Signals Using Transfer Support Vector Machine Algorithm," *Front. Neurosci.*, vol. 15, April, 2021, doi: 10.3389/fnins.2021.670745.
- [4] N. U. I. Biahimo and I. A. Gobel, "Faktor Yang Mempengaruhi Gangguan Tidur (Insomnia) Pada Lansia Di Desa Kaidundu Kecamatan Bulawa Kabupaten Bone Bolango," *J. Zaitun*, vol. 9, no. 1, pp. 916–924, 2021.
- [5] M. Sharma, J. Tiwari, V. Patel, and U. R. Acharya, "Automated identification of sleep disorder types using triplet half-band filter and ensemble machine learning techniques with eegsignals," *Electron.*, vol. 10, no. 13, Jun. 2021, doi: 10.3390/electronics10131531.

- [6] R. H. Kamagi and J. Sahar, "Terapi Musik Pada Gangguan Tidur Insomnia," *Journal of Telenursing (JOTING)*, vol. 3, no. 2, pp. 797–809, Dec. 2021, doi: 10.31539/joting.v3i2.3002.
- [7] M. Mustain and F. V. Ismiriyam, "Pengaruh Terapi Beapreasi (Kombinasi Senam Otak dengan Relaksasi Benson) Terhadap Kualitas Tidur," *J. Perawat Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 8–15, 2019.
- [8] A. Azhari, A. Susanto, A. Pranolo, and Y. Mao, "Klasifikasi Jaringan Saraf Sinyal Alpha Gelombang Otak dalam Aktivitas Kognitif," no. 2, pp. 47–57, 2019.
- [9] H. Azmy and N. M. Safri, "EEG based BCI using visual imagery task for robot control," *J. Teknol. (Sciences Eng.)*, vol. 61, no. 2, pp. 7–11, Feb. 2013, doi: 10.11113/jt.v61i2.1628.
- [10] G. A. Pamiela and A. Azhari, "Deep Learning on EEG Study Concentration in Pandemic," *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 16, no. 2, Oct. 2021, doi: 10.30872/jim.v16i2.6474.
- [11] D. C. E. Saputra, A. Azhari, and A. Ma'arif, "K-Nearest Neighbor of Beta Signal Brainwave to Accelerate Detection of Concentration on Student Learning Outcomes," *Eng. Lett.*, vol. 30, no. 1, pp. 318–324, 2022.
- [12] I. Wijayanto, H. A. Nugroho, and R. Hartanto, "Deteksi Dan Prediksi Epileptic Seizure Pada Sinyal Elektroensefalogram Menggunakan Analisis Chaos," *dissertation*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2022.
- [13] R. Karmila, E. C. Djamal, and D. Nursantika, "Identifikasi Tingkat Konsentrasi Dari Sinyal EEG Dengan Wavelet dan Adaptive Backpropagation," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. 0, no. 0, p. 2016, 2016.
- [14] T. Najafi, R. Jaafar, R. Remli, W. A. W. Zaidi, and K. Chellappan, "Brain Dynamics in Response to Intermittent Photic Stimulation in Epilepsy," *Int. J. online Biomed. Eng.*, vol. 18, no. 5, pp. 80–95, 2022, doi: 10.3991/ijoe.v18i05.27647.
- [15] B. M. Coull and T. A. Pedley, "Intermittent photic stimulation. Clinical usefulness of non-convulsive responses," *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, vol. 44, no. 3, pp. 353–363, 1978, doi: 10.1016/0013-4694(78)90310-3.
- [16] Y. Akbar, "Pola Gelombang Otak Abnormal Pada Elektroencefalograph," in *ITB Conference*, Institut Teknologi Bandung, 2014.
- [17] M. A. Nurdin, A. A. Arsin, and R. M. Thaha, "Kualitas Hidup Penderita Insomnia pada Mahasiswa Quality of Life oatf Pients with Insomnia to Students," *J. MKML.*, vol. 14, no. 2, pp. 128–138, 2018.
- [18] S. Martini, S. Roshifanni, and F. Marzela, "Pola Tidur yang Buruk Meningkatkan Risiko Hipertensi," *Media Kesehat. Masy. Indones.*, vol. 14, no. 3, p. 297, 2018, doi: 10.30597/mkmi.v14i3.4181.
- [19] N. Rizqiea and E. Hartati, "Pengalaman Mahasiswa Yang Mengalami Insomnia Selama Mengerjakan Tugas Akhir," *Diponegoro J. Nurs.*, vol. 1, no. 1, pp. 231–236, 2012.
- [20] J. Maulani, "Aplikasi Kesehatan Menggunakan Metode Epidemiologi Skrining Tes Untuk Karyawan Cv.Annisa," *Technologia: Jurnal Ilmiah.*, vol. 10, no. 1, p. 10, Jan. 2019, doi: 10.31602/tji.v10i1.1759.
- [21] A. C. Wagenaar, M. D. Livingston, S. Markowitz, and K. A. Komro, "Effects of changes in earned income tax credit: Time-series analyses of Washington DC," *SSM – Population Health*, vol. 7, p. 100356, 2019.
- [22] E. Yulianto, A. Susanto, T. S. Widodo, and S. Wibowo, "Spektrum Frekuensi Sinyal EEG Terhadap Pergerakan Motorik dan Imajinasi Pergerakan Motorik," *Forum Tek.*, vol. 35, pp. 21–32, 2013.
- [23] Y. B. Olam, F. D. Setiaji, and D. Susilo, "Implementasi Headset NeuroSky MindWave Mobile untuk Mengendalikan Robot Beroda secara Nirkabel," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 13, no. 2, pp. 173 – 183, 2014.
- [24] N. A. R. Bubakar, "Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat," *Univ. Stuttgart*, vol. 1, p. 2016, 2011.
- [25] D. Kasteleijn-Nolst Trenité *et al.*, "Methodology of photic stimulation revisited: Updated European algorithm for visual stimulation in the EEG laboratory," *Epilepsia*, vol. 53, no. 1, pp. 16–24, 2012, doi: 10.1111/j.1528-1167.2011.03319.x.
- [26] N. K. Ningrum, D. Kurniawan, and N. Hendiyanto, "Penerapan Ekstraksi Ciri Orde Satu Untuk Klasifikasi Tekstur Motif Batik Pesisir Dengan Algoritma Backpropagasi," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, p. 639, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i2.1556.

- [27] L. A. M. Pangistu and A. Azhari, "Deep Learning on Game Addiction Detection Based on Electroencephalogram," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 3, p. 963, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3061.
- [28] W. C. Zheng and X. X. Wu, "Investigations of the spin Hamiltonian parameters for the trigonal Co 2+ center in ZnS_{0.001}Se_{0.999} mixed crystal," *Opt. Mater. (Amst)*, vol. 28, no. 4, pp. 370–373, 2006, doi: 10.1016/j.optmat.2004.12.020.
- [29] A. P. Yulianto and S. Darwis, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbors (kNN) pada Bearing," *J. Ris. Stat.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–18, 2021, doi: 10.29313/jrs.v1i1.16.
- [30] Y. Wang, Y. Wang, and Q. Shi, "Optimized signal distortion for PAPR reduction of OFDM signals with IFFT/FFT complexity via ADMM approaches," *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 67, no. 2, pp. 399–414, 2019, doi: 10.1109/TSP.2018.2880711.