



# ANALISIS GELOMBANG OTAK TERHADAP PENGGUNA NAPZA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM*

Andiokta Dwi Nugraha<sup>1\*</sup>, Dwi Esti Kusumandari<sup>2</sup>, Hertiana Bethaningtyas<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Jawa Barat

<sup>2</sup> Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jawa Barat

\*Alamat Korespondensi: [andioktadwinugraha29@gmail.com](mailto:andioktadwinugraha29@gmail.com)

## ABSTRAK

Penggunaan obat-obatan di luar petunjuk dokter cenderung merusak fungsi kerja saraf, seperti penyalahgunaan NAPZA. Maka dalam hal ini, tes NAPZA dilakukan melalui perekaman gelombang otak dengan menggunakan *electroencephalography* (EEG). Dalam penelitian ini, penulis menggunakan dua data yang berbeda, yaitu data EEG sebagai kontrol (normal/bebas NAPZA) dan pengguna NAPZA dengan rentang usia 25 - 40 tahun berkelamin laki – laki. Penelitian bertujuan melihat pola gelombang otak berdasarkan nilai amplitudo dan mengklasifikasikan gelombang EEG. Perekaman dilakukan dalam kondisi mata terbuka dan mata tertutup selama tiga menit menggunakan 19 kanal dan sistem 10-20. Pengolahan data yang dilakukan menggunakan FIR (*Finite Impulse Response*) berupa *bandpass filter* (0.5-70 Hz), penghapusan artefak dengan metode ICA (*Independent Component Analysis*), ekstraksi fitur menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*), dan klasifikasi EEG dengan menggunakan metode ANFIS. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa hasil FFT partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA) memiliki nilai amplitudo yang hampir sama pada setiap bagian otak berdasarkan gelombang otak, menandakan bahwa otak tidak mengalami kerusakan akibat NAPZA. Sedangkan pada partisipan NAPZA memiliki nilai amplitudo yang tinggi pada bagian otak depan (*frontal*) terhadap gelombang otak, menandakan bahwa otak mengalami kerusakan akibat NAPZA pada bagian otak depan (*frontal*). Gelombang otak digunakan sebagai fitur untuk proses klasifikasi EEG. Hasil klasifikasi terkait hal tersebut didapatkan tingkat akurasi 97,62 %.

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Kata kunci: ANFIS, EEG, Ekstraksi, Klasifikasi, NAPZA

## PENDAHULUAN

Penggunaan obat-obatan di luar petunjuk dokter cenderung merusak fungsi kerja saraf, seperti penyalahgunaan NAPZA. NAPZA adalah bahan ataupun zat kimia, jika masuk ke tubuh akan mempengaruhi organ vital pada tubuh, terutama bagian otak. Maka, ketika NAPZA disalahgunakan akan mengakibatkan dampak negatif, seperti adanya gangguan fisik dan psikologis (Eleanora, 2011), (Sholihah, 2013). Deteksi NAPZA yang dilakukan di rumah sakit, tes urin, darah, dan air liur (Nora D. Volkom, 2010). Namun, hasil tes deteksi NAPZA tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama dan biaya yang cukup mahal. Oleh karena itu, dikembangkan alat deteksi NAPZA berbasis gelombang otak berupa *electroencephalography* (EEG). EEG berfungsi untuk merekam dan melihat nilai amplitudo elektrik pada otak dengan cara

penempatan beberapa elektroda di kulit kepala manusia (Ekayama, Djamil, & Komarudin, 2016), (Putra, Desrianty, & Yuniar, 2015).

Berdasarkan hal tersebut, penulis akan melakukan penelitian ekstraksi dan klasifikasi gelombang EEG berdasarkan pola gelombang otak pada pengguna NAPZA tanpa mengonsumsi obat apapun sebelumnya. Metode yang digunakan untuk tahap pertama akan dilakukan pre-processing dengan *filtering* menggunakan FIR (*Finite Impulse Response*) berupa *bandpass filter* (0.5 – 70 Hz) dan penghilangan artefak dengan ICA (*Independent Component Analysis*). Kemudian, tahap kedua akan dilakukan ekstraksi fitur dengan metode FFT (*Fast Fourier Transform*) untuk mengetahui ciri atau karakteristik dari setiap gelombang spektrum berdasarkan besar spektrum yang didapat pada tahap pertama. Pada

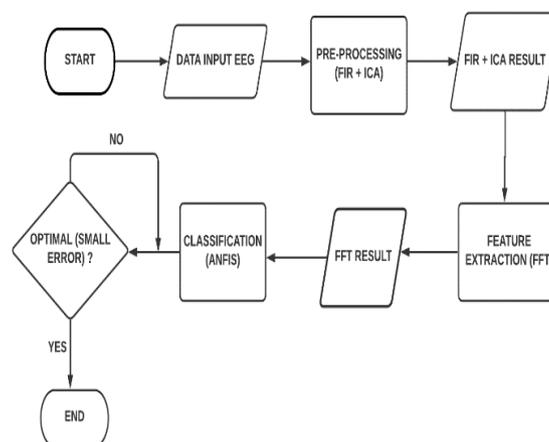
tahap akhir akan dilakukan klasifikasi gelombang EEG dengan metode ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) berdasarkan pola gelombang otak.

Ketiga tahap tersebut dilakukan pada kondisi mata tertutup dan terbuka, baik pada partisipan kontrol (bebas NAPZA) maupun pengguna NAPZA. Penelitian dengan metode ini belum pernah dilakukan, sehingga penulis berharap dapat digunakan sebagai jalan tengah untuk mendeteksi seorang pengguna NAPZA. Dengan demikian, dapat dilakukan peringatan dini bagi para pengguna NAPZA, agar

mendapat rekomendasi dokter untuk dilakukan rehabilitasi.

## METODE

Dalam penelitian tersebut akan dilakukan dengan menggunakan gelombang EEG pada setiap bagian otak (*delta, theta, alpha, beta, dan gamma*) untuk melihat kerusakan otak pada setiap bagiannya yang telah terpengaruh oleh NAPZA. Gelombang yang didapatkan, akan melalui beberapa tahap terlebih dahulu, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

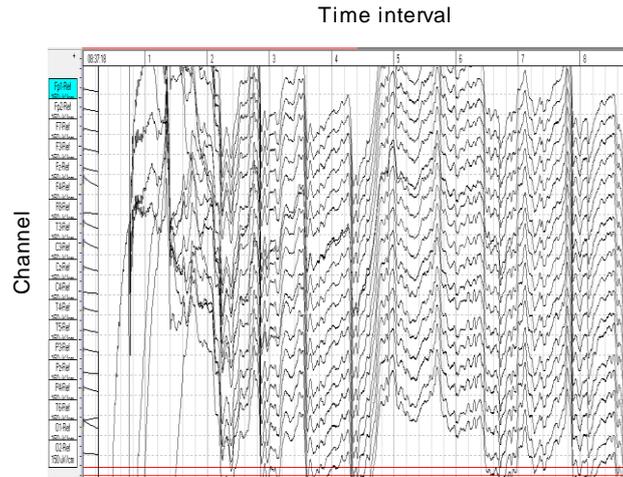


Gambar 1 *Flowchart* tahap penelitian

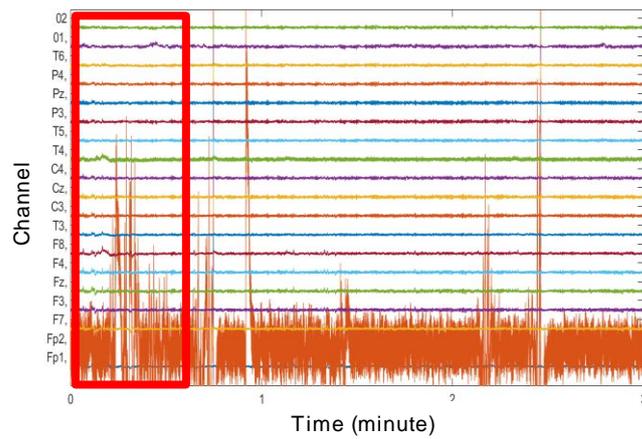
Dalam penelitian ini akan menggunakan 51 data EEG, yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu 11 data EEG sebagai kontrol (normal/bebas NAPZA) dan 40 data EEG pengguna NAPZA dengan rentang usia 25 – 40 tahun dan jenis kelamin laki – laki. Untuk alat perekaman gelombang otak menggunakan EEG Mitsar, *cap electrode, electrode gel*, dan perangkat keras berupa komputer atau laptop yang telah terpasang aplikasi penunjang.

Perekaman gelombang EEG dilakukan satu tahap selama kurang lebih 3 menit dengan dua kondisi perekaman, yaitu dalam kondisi mata tertutup dan terbuka. Elektroda sistem EEG diletakkan di kulit kepala manusia mengikuti aturan internasional, yaitu sistem 10-20 yang meliputi bagian *frontal (F), parietal (P), central (C), temporal (T), dan occipital (O)*. Kanal yang digunakan sebanyak 19 kanal,

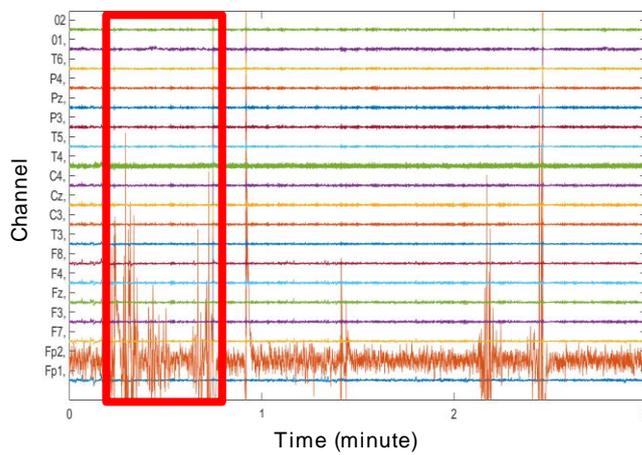
yaitu  $F_{p1}, F_{p2}, F_7, F_3, F_z, F_4, F_8, T_3, C_3, C_z, C_4, T_4, T_5, P_3, P_z, P_4, T_6, O_1,$  dan  $O_2$ . Saat proses perekaman gelombang otak telah usai, didapatkan data gelombang EEG mentah (*raw data*), seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil *raw data* dilakukan tahap pertama, yaitu *pre-processing* dengan *filtering* menggunakan metode FIR berupa *bandpass filter* (0.5 – 70 Hz) dan penghilangan artefak menggunakan ICA. Proses *filtering* dilakukan dengan tujuan untuk meloloskan gelombang EEG masukkan pada frekuensi tertentu dan memfilter frekuensi lainnya. Sedangkan, pada penghilangan artefak terjadi pemisahan gelombang EEG dari setiap kanal dari elektroda yang ditinjau. Untuk perbedaan data gelombang mentah (*raw data*), *filtering*, dan penghilangan artefak dapat diamati pada gambar 3 hingga 5.



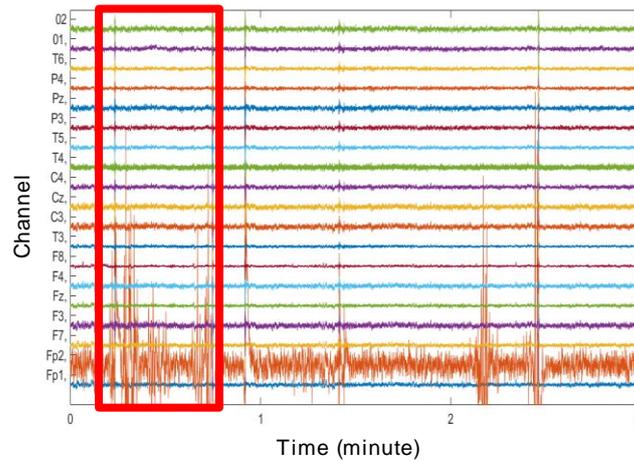
Gambar 2 Raw data salah satu partisipan



Gambar 3 Gelombang EEG asli (raw data)



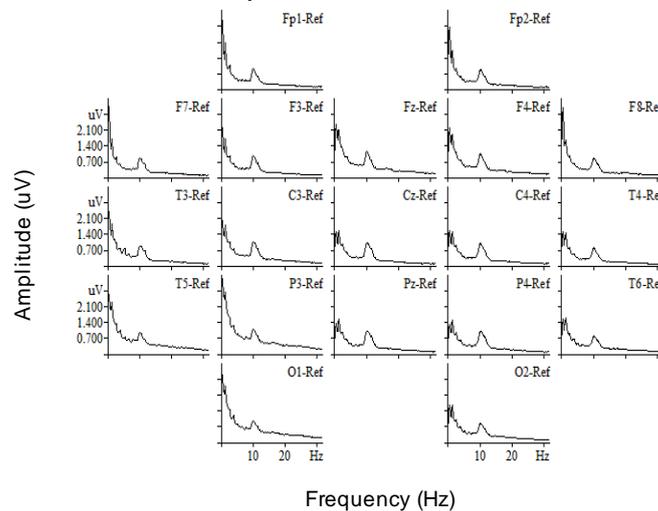
Gambar 4 Gelombang EEG hasil FIR



Gambar 5 Gelombang EEG hasil FIR dan ICA

Pada tahap kedua, dilakukan proses ekstraksi fitur dengan tujuan untuk mengetahui ciri atau karakteristiknya dari setiap gelombang otak, sehingga mempermudah dalam proses klasifikasinya. Proses ekstraksi fitur menggunakan metode FFT. Dari FFT akan didapatkan

hasil grafik *power spectrum* terhadap frekuensi, yang mana sebelumnya telah dilakukan transformasi sinyal dari domain waktu (perekaman EEG) menjadi domain frekuensi (FFT), dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik *power spectrum EEG spectra*

Hasil dari ekstraksi fitur tersebut akan diubah menjadi tabulasi data, kemudian dilakukan rata-rata setiap gelombang pada semua kanal. Hasil rata-rata tersebut akan dilakukan tahap terakhir yaitu proses klasifikasi dengan metode ANFIS berdasarkan pola gelombang otak. Dalam hal ini menggunakan enam masukan (*delta, theta, alpha, beta1, beta2, gamma*) dengan satu keluaran (hasil akhir ANFIS). Dengan demikian, hasil deteksi apakah yang bersangkutan memiliki

kecenderungan sebagai pemakai NAPZA atau tidak menjadi lebih terukur. Disamping itu, bagian otak yang mengalami kerusakan akibat mengkonsumsi NAPZA dapat diketahui dengan baik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

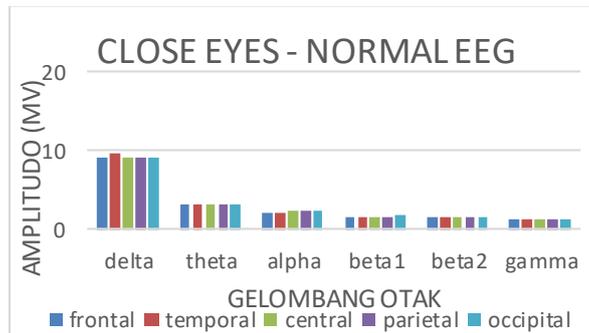
Pada pelaksanaan penelitian, data EEG partisipan yang memenuhi persyaratan sejumlah 10 data EEG sebagai kontrol (normal/bebas NAPZA) dan 14 data EEG sebagai pengguna NAPZA. Setiap

partisipan melakukan perekaman selama kurang lebih 3 menit dalam kondisi mata tertutup. Sebelum dilakukan perekaman, partisipan telah dipasangkan perlengkapan untuk perekaman, seperti ear electrode dan cap electrode. Dalam pemasangan kedua alat tersebut diperlukan *gel electrode* agar gelombang listrik otak dapat terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada layar monitor/komputer.

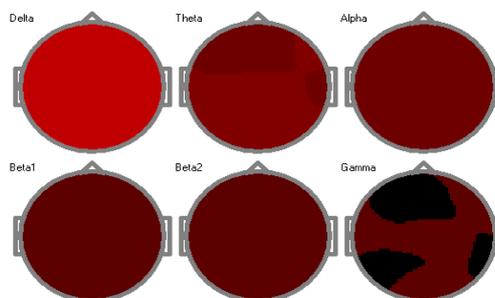
Perekaman dilakukan menggunakan 19 kanal dengan frekuensi sampling sebesar 500Hz dan impedansi setiap kanal sebesar  $< 5k\Omega$ . Hasil perekaman tersebut akan dilakukan *filtering* dengan metode FIR tipe respon impuls *bandpass filter* sebesar 0.5-70Hz dan 50% *windowing Hanning* serta penghapusan artefak dengan metode ICA. Kemudian, didapatkan hasil berupa *power spectrum* dari hasil ekstraksi fitur dengan metode FFT yang dilengkapi hasil pencitraan gelombang otak (*brain mapping*). Hasil FFT tersebut, data EEG dapat diklasifikasikan berdasarkan nilai amplitudo yang dihasilkan dengan menggunakan metode ANFIS.

Pada partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA) raw data yang terbentuk memiliki gelombang acak selama perekaman dengan kondisi mata tertutup dan tubuh rileks. *Raw data* dilakukan *filtering* dan penghilangan artefak (ICA), lalu dicari hasil tabulasinya dengan FFT. Hasil tabulasi dicari rata – rata berdasarkan setiap bagian otak (*frontal, parietal, central, temporal, dan occipital*) dari setiap gelombang EEG. Hal ini bertujuan agar dapat dilihat perbandingannya dengan partisipan NAPZA.

Hasil yang didapatkan dari pengolahan sinyal EEG pada partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA) memiliki nilai amplitudo yang hampir sama untuk setiap bagian otak terhadap gelombang EEG. Disamping itu, nilai amplitudo pada gelombang *delta, theta, dan alpha* lebih besar dibandingkan gelombang EEG *beta1, beta2, dan gamma*. Hasil pencitraan EEG juga menandakan bahwa partisipan kontrol bebas dari pengaruh NAPZA dikarenakan setiap bagian otak memiliki warna yang sama pada setiap gelombang, seperti ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.



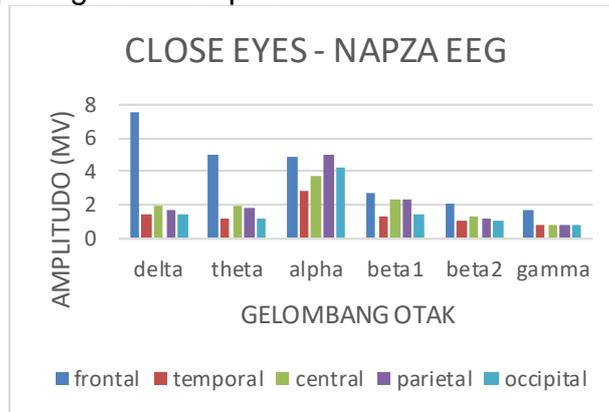
Gambar 7 Diagram FFT rata – rata partisipan kontrol kondisi mata tertutup



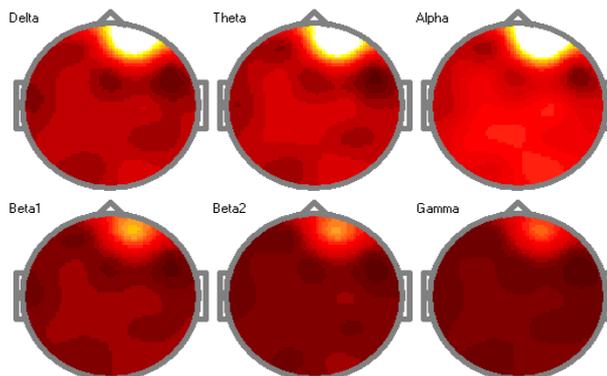
Gambar 8 Pencitraan EEG FFT rata – rata partisipan kontrol kondisi mata tertutup

Sedangkan pada partisipan NAPZA, juga memiliki gelombang acak dalam kondisi mata tertutup. Sehingga dilakukan dengan tahap yang sama seperti partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA), yaitu *filtering* dan penghilangan artefak (ICA). Hasil pengolahan gelombang EEG partisipan NAPZA dalam kondisi mata tertutup memiliki nilai amplitudo yang bervariasi untuk setiap bagian otak pada

setiap gelombang. Namun pada bagian otak depan (*frontal*) memiliki nilai amplitudo paling besar jika dibandingkan dengan bagian otak yang lain terhadap setiap gelombang otak. Hal tersebut juga dapat dibuktikan dengan hasil pencitraan gelombang EEG, memiliki warna kontras pada bagian otak depan (*frontal*), seperti pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 9 Diagram FFT rata – rata partisipan NAPZA kondisi mata tertutup



Gambar 10 Pencitraan EEG rata – rata partisipan NAPZA kondisi mata tertutup

Setelah dilakukan proses ekstraksi fitur berupa FFT, kemudian dilakukan klasifikasi gelombang EEG. Klasifikasi EEG menggunakan *machine learning* berupa ANFIS, dengan nilai FFT yang telah dirata-rata pada setiap kanal. Gelombang otak yang digunakan adalah *theta* dan *alpha*, dikarenakan pada gelombang tersebut terdapat perbedaan amplitudo yang cukup signifikan antara partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA) dan pengguna NAPZA. Hasil dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Hasil klasifikasi digunakan untuk mendeteksi gelombang EEG yang terpengaruh NAPZA. Berdasarkan tabel I dan II, nilai amplitudo gelombang *theta* dan *alpha* digunakan sebagai masukan pada pengolahan ANFIS. Sedangkan, kolom *output* digunakan sebagai referensi untuk pengklasifikasinya. Adapun rentang nilai klasifikasi EEG yang digunakan terdapat dua kategori, yaitu kategori NORMAL memiliki rentang nilai 1 hingga kurang dari 7. Sedangkan, pada kategori NAPZA memiliki rentang nilai 7 hingga 17.

Tabel 1. Rata – Rata Amplitudo Partisipan Kontrol

| PARTISIPAN KONTROL<br>(NORMAL/BEBAS NAPZA) |                            |                            |               |
|--|----------------------------|----------------------------|---------------|
| S  | <i>Theta</i><br>( $\mu$ V) | <i>Alpha</i><br>( $\mu$ V) | <i>Output</i> |
| S1   | 3.137                      | 2.183                      | 5.32          |
| S2   | 2.192                      | 1.629                      | 3.821         |
| S3   | 1.699                      | 2.497                      | 4.196         |
| S4   | 3.092                      | 1.792                      | 4.884         |
| S5   | 1.889                      | 1.995                      | 3.884         |
| S6   | 3.987                      | 6.254                      | 10.241        |
| S7   | 2.017                      | 2.253                      | 4.27          |
| S8   | 2.268                      | 6.954                      | 9.222         |
| S9   | 2.906                      | 2.708                      | 5.614         |
| S10  | 2.025                      | 5.807                      | 7.832         |

Tabel 2. Rata – Rata Amplitudo Partisipan Napza

| PARTISIPAN NAPZA |                            |                            |               |
|------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| S                | <i>Theta</i><br>( $\mu$ V) | <i>Alpha</i><br>( $\mu$ V) | <i>Output</i> |
| S4               | 2.792                      | 4.172                      | 6.964         |
| S5               | 2.431                      | 5.794                      | 8.225         |
| S6               | 5.063                      | 5.318                      | 10.381        |
| S7               | 4.558                      | 7.199                      | 11.757        |
| S8               | 6.698                      | 9.639                      | 16.337        |
| S10              | 3.269                      | 3.574                      | 6.843         |
| S12              | 3.434                      | 4.376                      | 7.81          |
| S15              | 4.574                      | 3.239                      | 7.813         |
| S19              | 2.619                      | 3.9                        | 6.519         |
| S26              | 4.819                      | 4.985                      | 9.804         |

Pada klasifikasi EEG yang telah dilakukan dengan menggunakan ANFIS, didapatkan akurasi sebesar 97,62 % yang menunjukkan bahwa model prediksi dapat digunakan untuk memprediksi EEG normal dan pengguna NAPZA. Hasil akurasi

tersebut merupakan hasil perbandingan dari total data *output* dengan data hasil perhitungan ANFIS. Hal tersebut dapat ditunjukkan seperti Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Klasifikasi Eeg Menggunakan Anfis

| PARTISIPAN | OUTPUT | ANFIS | KET    |
|------------|--------|-------|--------|
| 1          | 5,32   | 5,11  | NORMAL |
| 2          | 3,82   | 4,05  | NORMAL |
| 3          | 4,19   | 4,05  | NORMAL |
| 4          | 4,88   | 5,03  | NORMAL |
| 5          | 3,88   | 4,05  | NORMAL |
| 6          | 10,24  | 10,06 | NAPZA  |
| 7          | 4,27   | 4,05  | NORMAL |
| 8          | 6,96   | 6,94  | NORMAL |
| 9          | 8,23   | 8,17  | NAPZA  |
| 10         | 10,38  | 10,38 | NAPZA  |
| 11         | 11,76  | 11,76 | NAPZA  |
| 12         | 16,34  | 16,34 | NAPZA  |
| 13         | 6,84   | 6,68  | NORMAL |
| 14         | 7,81   | 8,25  | NAPZA  |

| PARTISIPAN     | OUTPUT | ANFIS  | KET                                   |
|----------------|--------|--------|---------------------------------------|
| 15             | 9,22   | 7,57   | NAPZA                                 |
| 16             | 5,61   | 4,72   | NORMAL                                |
| 17             | 7,83   | 8,17   | NAPZA                                 |
| 18             | 7,81   | 6,89   | NORMAL                                |
| 19             | 6,52   | 6,17   | NORMAL                                |
| 20             | 9,80   | 9,67   | NAPZA                                 |
| TOTAL          | 151,74 | 148,12 | 11<br>NORMAL,<br>9 NAPZA              |
| AKURASI<br>(%) | 97,62  |        | NORMAL<br>= 53,53<br>NAPZA =<br>43,79 |

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan hasil klasifikasi EEG dengan menggunakan ANFIS untuk semua partisipan. Didapatkan sebelas data sebagai partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA) dan sembilan data sebagai partisipan pengguna NAPZA. Pada tabel tersebut, peningkatan amplitudo gelombang EEG terjadi pada partisipan pengguna NAPZA.

## PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil bahwa Dalam keadaan mata tertutup, gelombang otak yang bekerja yaitu gelombang *delta*, *theta*, dan *alpha*, dalam hal ini memiliki nilai amplitudo yang tinggi jika dibandingkan dengan gelombang otak yang lain, baik pada partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA) maupun partisipan NAPZA. Pada partisipan NAPZA memiliki nilai amplitudo yang tinggi pada bagian otak depan (*frontal*) untuk amplitudo gelombang *delta* sebesar 7,57  $\mu\text{V}$ , amplitudo gelombang *theta* sebesar 4,98  $\mu\text{V}$ , dan amplitudo gelombang *alpha* sebesar 4,81  $\mu\text{V}$ . Hal tersebut menandakan bahwa otak partisipan NAPZA mengalami kerusakan pada bagian otak depan (*frontal*), ditandai dengan pencitraan gelombang EEG dengan warna yang lebih kontras, seperti pada gambar 10. Sedangkan pada partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA), memiliki nilai amplitudo yang hampir sama untuk setiap bagian otak pada setiap gelombang EEG. Apabila dilihat dari hasil pencitraan gelombang EEG, partisipan ini

memiliki warna yang sama untuk setiap bagian otak pada setiap gelombang, seperti ditunjukkan pada gambar 8.

Klasifikasi gelombang EEG pada partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA) didapatkan hasil prediksi yang baik untuk menentukan data EEG antara partisipan kontrol (normal/bebas NAPZA) dan pengguna NAPZA. Tingkat akurasi yang didapatkan sebesar 97,62%. Tingkat akurasi tersebut membuat pemodelan klasifikasi ANFIS layak untuk kebutuhan medis. Hal tersebut membuktikan bahwa metode ANFIS dalam hal ini dapat mengklasifikasikan gelombang EEG dengan tepat dan cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ekayama, R., Djamal, E., & Komarudin, A. (2016). *Identifikasi Kondisi Rileks dari Sinyal EEG Menggunakan Wavelet dan Learning Vector Qualization*.
- Eleanora, F. (2011). Bahaya Penyalahgunaan Narkoba Serta Usaha Pencegahan Dan Penanggulangannya. *Journal Hukum*, 25, 439-452.
- Harsemadi, I. (2017). Implementasi Fast Fourier Transform pada Ekstraksi Fitur Mood dalam Musik. *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Luhur*, 121-129.
- Janner Simarmata, M. T. (2014). Denoising Artefak pada Sinyal Electroencephalogram

- menggunakan FIR Filter dengan Metode Transformasi Wavelet.
- Kusumandari, D., & Iskandar, A. (2019). Artifact Removal with Independent Component Analysis for 2D Brain Mapping of Drug User Before and After Taking Methadone. *Internetworking Indonesia Journal*, 11.
- Nora D. Volkom, M. (2010). *Drugs, Brains, and Behavior- The Science of addiction*. NIDA.
- Novitasari, D., Suwanto, Bisri, M., & Asyhar, A. (2019). Classification of EEG Signals using Fast Fourier Transform (FFT) and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). *Jurnal Matematika MANTIK*, 5(1), 35-44.
- Putra, G. A., Desrianty, A., & Yuniar. (2015). *Analisis Tingkat Kelelahan Dan Kantuk Pada Supir Bus Berdasarkan Heart Rate Variability (HRV) dan Electroencephalograms (EEG)*, III, 3.
- Raduntz, T., Scouten, J., Hochmuth, O., & Meffert, B. (2015). EEG Artifact Elimination by Extraction of ICA-Component Features Using Image Processing Algorithms. *Journal of Neuroscience Methods*, 84-93.
- Salabun, W. (2014). Processing and Spectral Analysis of The Raw EEG Signal From The MindWave. *PRZEGLAND ELEKTROTECHNICZNY*, 169-173.
- Sholihah, Q. (2013). Efektivitas Program P4GN terhadap pencegahan penyalahgunaan NAPZA. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9, 153-159.
- Tharwar, A. (2018). Independent Component Analysis : An Introduction. *Journal of Applied Computing and Informatics*.
- Timotius, P. D. (2018). Dalam *OTAK DAN PERILAKU* (hal. 4). Yogyakarta: ANDI (Anggota IKAPI).
- Turnip, A., Sitompul, E., Michael T., G., Iskandar, S., Novita, D., & Esti Kusumandari, D. (2020). Prediction of Drug Users Addiction Level with Methadone Treatment based on Brainwave Maximum Amplitude using ANFIS Method. *Proceedings of the International Conference on Health Informatics, Medical, Biological Engineering, and Pharmaceutical (HIMBEP 2020)*.