

## DETEKSI EPILEPSI DARI SINYAL EEG MENGGUNAKAN *AUTOREGRESSIVE* DAN *ADAPTIVE BACKPROPAGATION*

Wahyu Eko Zulianto\*, Esmeralda C. Djamal, Agus Komarudin  
Jurusan Informatika, Fakultas MIPA, Universitas Jenderal Achmad Yani  
Jl. Terusan Sudirman, Cimahi 40513.  
\*Email: wahyu.ekozulianto@yahoo.co.id

### Abstrak

*Epilepsi terjadi karena adanya gangguan pada sistem syaraf otak manusia, yang terekam dari sinyal Elektroensefalogram (EEG). Sinyal EEG mengandung informasi aktivitas listrik di otak, termasuk kondisi pikiran dan gangguan kelistrikan pada syaraf. Sinyal EEG mempunyai bentuk yang kompleks, amplitudo kecil, mudah tertimbun noise dan tidak mempunyai pola yang baku, sehingga analisis secara visual tidak mudah. Untuk meningkatkan akurasi dan menghilangkan noise dari sinyal EEG, penelitian ini menggunakan metode ekstraksi Autoregressive dan Adaptive Backpropagation untuk klasifikasi. Pengujian telah dilakukan menggunakan 10 naracoba. Pengujian menggunakan ekstraksi tanpa overlap orde 30, data uji menghasilkan presentase 54% dan data latih 96%. Sedangkan menggunakan overlap lima orde 10, data uji menghasilkan presentase 53.5% dan data latih 96.5%. Pengujian data uji menggunakan ekstraksi Autoregressive dan Backpropagation orde 30 menghasilkan presentase 52.5% dan data latih 96.5%. Sedangkan menggunakan overlap lima orde 10, data uji menghasilkan presentase 52% dan data latih 98%. Pengujian data uji menggunakan Adaptive Backpropagation tanpa ekstraksi menghasilkan presentase 81% dan data latih 98.5%. Sedangkan pengujian data uji menggunakan Backpropagation tanpa ekstraksi menghasilkan presentase 79% dan data latih 99.5%.*

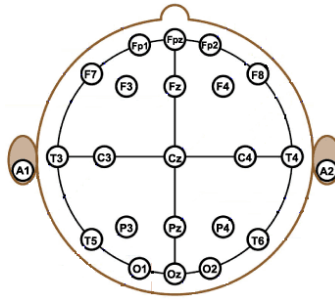
**Kata kunci:** *Adaptive Back propagation, Autoregressive, EEG, Epilepsi*

### 1. PENDAHULUAN

Epilepsi adalah gejala dan tanda-tanda klinis yang muncul disebabkan gangguan fungsi otak secara intermiten, yang terjadi akibat lepas muatan listrik abnormal atau berlebihan dari *neuron-neuron* secara paroksimal dengan berbagai macam etiologi. Banyak pasien yang tidak menyadari adanya gejala epilepsi dalam dirinya sendiri. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk deteksi epilepsi, di antaranya menggunakan Entropi Permutasi, K-means Clustering dan Multilayer Perceptron (Ardila dkk., 2014), Support Vector Machine (Boubchir et al., 2015) dan Wavelet (Meier et al., 2008).

Elektroensefalogram (EEG) merupakan perangkat yang mampu menangkap aktivitas listrik pada otak manusia. Bentuk sinyal EEG pada setiap orang sangat bervariasi. Hal tersebut dipengaruhi karena kondisi pikiran, kondisi kesehatan dan rangsangan dari luar. Oleh karena itu, sinyal EEG dapat diklasifikasikan terhadap beberapa variabel yaitu, tingkat perhatian, keadaan rileks, identifikasi kewaspadaan (Djamal dkk., 2014) dan kondisi emosional (Patil, 2012). Kondisi emosional dapat diketahui pada saat menonton film (Nie et al., 2011) dan untuk tingkat kewaspadaan (Kiymik et al., 2004) dapat diketahui saat seseorang mengemudi (Liang et al., 2005). Tidak hanya itu, sinyal EEG seringkali digunakan pada bidang kesehatan. Melalui sinyal EEG dapat diketahui gangguan aktivitas listrik yang terjadi pada otak seperti epilepsi (Sunaryo, 2007) (Weng, 1996) (Ozdamar et al., 1992) dan iskemia otak.

Penempatan elektroda di kulit kepala pada saat perekaman umumnya diukur berdasarkan metode International Federation of Society of Electroencefalogram. Penempatan elektroda pada kulit kepala ditempatkan pada posisi aturan standar sistem 10 – 20, penempatan elektroda pada kepala dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan ketentuan kode huruf menyatakan lokasi yang terdiri dari Frontal (F), Parietal (P), Occipital (O), dan Temporal (T). Sedangkan kode angka ganjil menunjuka sisi kiri serta angka genap menunjuka sisi kanan.



**Gambar 1. Penempatan elektroda pada kepala**

Sinyal EEG terdiri dari komponen-komponen frekuensi yang direpresentasikan dalam domain waktu. Komponen frekuensi yang dimiliki sinyal EEG menginformasikan kondisi otak. Gelombang epileptik pada penderita epilepsi mempunyai frekuensi rendah dan pola yang dimilikinya lebih rapat dibandingkan dengan orang normal. Gelombang orang normal terlihat tidak rapat. Gelombang epileptik dan gelombang orang normal dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



**Gambar 2. Sinyal EEG pada penderita epilepsi**



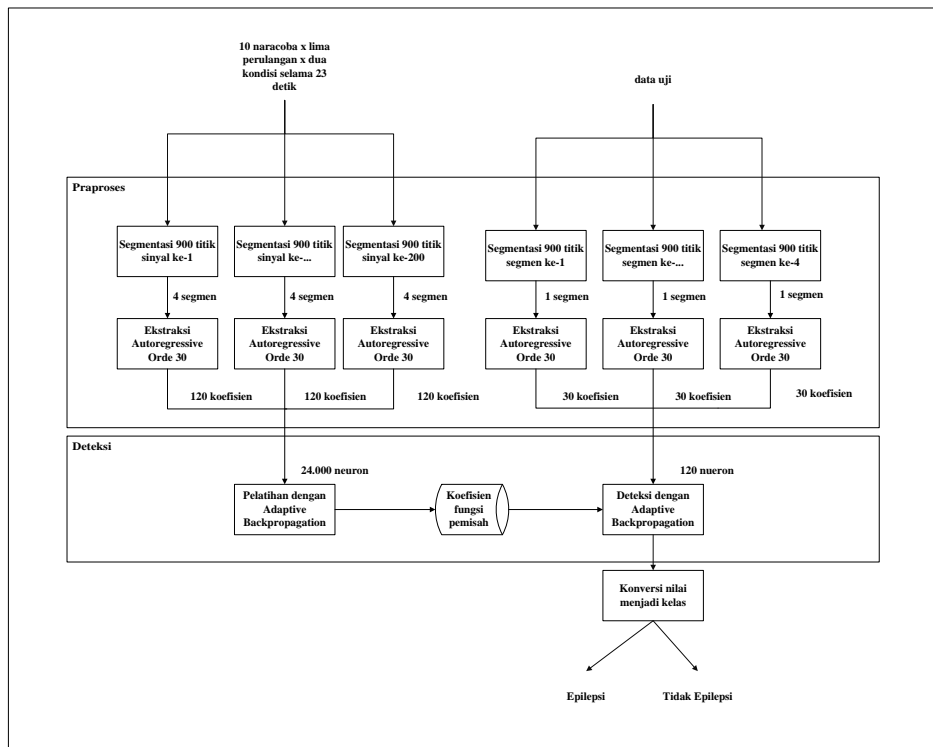
**Gambar 3. Sinyal EEG normal**

Kemunculan gelombang epileptik biasanya muncul karena rangsangan berupa kedipan cahaya dan kondisi ruangan yang tidak terlalu terang. Sinyal EEG mempunyai bentuk yang kompleks, amplitudo kecil, mudah tertimbun noise dan tidak mempunyai pola yang baku, sehingga analisis secara visual tidak mudah. Maka diperlukan metode untuk ekstraksi sinyal. Autoregressive merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengekstraksi sinyal EEG dengan merepresentasi dalam *time series*. Penelitian Autoregressive telah digunakan untuk klasifikasi sinyal EEG dari kanal C3,C4, P3, P4, O1 dan O2 (Huan et al., 2004)

Penelitian ini membangun sistem untuk deteksi epilepsi dari sinyal EEG menggunakan Autoregressive dan Adaptive Backpropagation. Sistem deteksi sinyal EEG terhadap epilepsi dapat diimplementasikan dengan perangkat lunak yang terintegrasi dengan EEG *wireless*, untuk identifikasi potensi kemunculan epilepsi.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan 10 naracoba dengan menggunakan frekuensi sampling 173 Hz per satu detik dari masing-masing kondisi. Setiap naracoba diminta untuk rileks dengan mata terbuka dan tertutup dan diberi rangsangan berupa kedipan cahaya. Perekaman dilakukan selama 23 detik dari setiap naracoba dengan perulangan sebanyak lima kali. Hasil perekaman disimpan dalam format(.txt) dan menghasilkan 4097 titik sinyal dari setiap satu perekaman. Data epilepsi diambil melalui Klinik fur Epileptologie Universitas Bonn Germany yang beralamatkan di situs [http://epileptologie-bonn.de/cms/front\\_content.php?idcat=193&lang=3&changelang=3](http://epileptologie-bonn.de/cms/front_content.php?idcat=193&lang=3&changelang=3). Kemudian sinyal diekstraksi menggunakan Autoregressive (AR) orde 10, 20 dan 30 sebagai pembanding. Hasil ekstraksi tersebut kemudian menjadi masukan dalam Adaptive Backpropagation untuk pelatihan dan pengujian. Kedua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan sistem deteksi epilepsi

**2.1. Autoregressive (AR)**

Autoregressive (AR) telah digunakan untuk klasifikasi sinyal EEG dari kanal C3,C4, P3, P4, O1 dan O2 (Huan et al., 2004) dan menggunakan Burg AR orde 10 dengan frekuensi sampling 256 Hz (Bizopoulos, Tsalikakis, Tzallas, & Koutsouris, 2013). Dalam mencari koefisien dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$x(n) = \sum_{j=1}^p C_j x(n - j) + e(n) \tag{1}$$

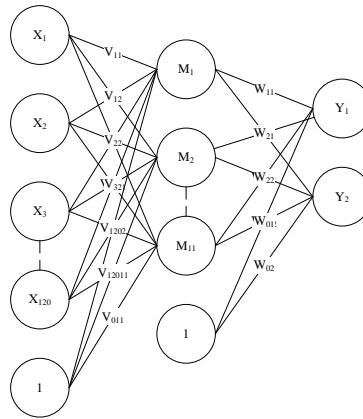
Keterangan:

- $x(n)$  = Sinyal pada poin sampel
- $C_j$  = Koefisien AR
- $e(n)$  = representasi *error* pada *sampel* sebelumnya
- $p$  = Orde (tingkat) AR

Metode AR yang digunakan pada penelitian ini adalah Model Burg AR orde 30, tanpa overlap. Orde 30 membutuhkan 900 titik sinyal untuk menjadi masukan pada proses ekstraksi. Dari setiap 900 titik sinyal kemudian diekstraksi dan menghasilkan 30 koefisien. Satu set data memiliki 4097 titik sinyal, maka dari satu set data yang diekstraksi menghasilkan 120 koefisien dan menjadi masukan pada Adaptive Backpropagation (ABP).

**2.2. Adaptive Backpropagation (ABP)**

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan syaraf manusia. JST terdiri dari konfigurasi *neuron-neuron* yang disebut arsitektur. Arsitektur JST terdiri dari lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran. Salah satu arsitektur JST adalah Multi Layer Perceptron (MLP), arsitektur MLP dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Arsitektur Multi Layer Perceptron**

Perilaku JST ditentukan oleh bobot, masukan, keluaran dan fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi aktivasi sigmoid biner. Fungsi aktivasi berfungsi untuk menentukan keluaran suatu *neuron* atau mengaktifkan nilai pada setiap *neuron*. Fungsi Sigmoid Biner berada pada rentang 0–1. Fungsi Sigmoid Biner dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2)$$

Backpropagation (BP) adalah sebuah metode yang sistematis dan algoritma pembelajaran yang terawasi dengan konfigurasi *neuron* atau arsitektur MLP. Pada penelitian ini algoritma BP umum hanya dilakukan pada proses propagasi majunya saja, sedangkan untuk propagasi balik terdapat modifikasi karena menggunakan Adaptive Backpropagation (ABP).

ABP dilakukan saat koreksi bobot berlangsung. Pada ABP, parameter laju pembelajaran terus mengalami perubahan nilai seperti pada Persamaan 3, tergantung pada selisih *error* pada setiap iterasi pelatihan. ABP menghasilkan jumlah iterasi lebih efisien dalam mencapai *error* minimum dibandingkan BP dalam proses pelatihan. Maka, ABP mampu meningkatkan kompleksitas iterasi pada proses pelatihan (Khairani, 2014).

$$w^{t+1} = w^t - \lambda_t \nabla E(w^t) \quad (3)$$

Keterangan:

$w^{t+1}$  = bobot baru untuk iterasi berikutnya (t+1).

$w^t$  = bobot baru pada iterasi saat (t).

$\lambda_t$  = Adaptive Backpropagation.

$\lambda_t \nabla E(w^t)$  = fungsi *error* pada bobot iterasi saat (t).

Nilai  $\lambda_t$  dapat diperoleh dari persamaan berikut.

$$\lambda_t = \begin{cases} \eta_t, & \left| \frac{\eta_t}{\eta_{t-1}} \right| \leq \mu \\ \mu \eta_{t-1}, & \text{Kondisi lain} \end{cases}$$

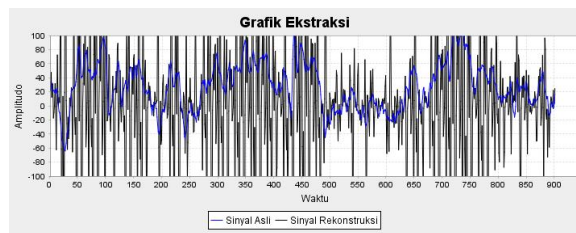
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem deteksi epilepsi terhadap sinyal Elektroensefalogram (EEG) menggunakan Autoregressive orde 30 tanpa *overlap* dan algoritma pembelajaran Adaptive Backpropagation. Orde 30 tanpa *overlap* dipilih karena memiliki selisih *error* terkecil antara sinyal asli dengan sinyal rekonstruksi. Maka, dari hasil tersebut penelitian ini fokus menggunakan orde 30. Hasil dari ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Error Ekstraksi Autoregressive 23 detik.**

No.	Orde	Overlap	Waktu Ekstraksi (detik)	Selisih Error
1.	10	-	124.123	3840287.83
2.	20	-	32.196	929272.43
3.	30	-	20.838	232601.05
4.	10	5	16.142	567180.52
5.	20	5	30.969	41613957.51
6.	30	5	17.036	3342537.11

Selisih *error* ekstraksi Autoregressive 23 detik antara sinyal asli dan sinyal rekonstruksi dari hasil dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Selisih error sinyal asli dan sinyal rekonstruksi**

Pada proses pelatihan dilakukan perbandingan antara Adaptive Backpropagation dan Backpropagation. Perbandingan yang dilakukan pada proses pelatihan yaitu, *Mean Square Error* (MSE) pelatihan, waktu pelatihan dan akurasi hasil pelatihan. Hasil dari proses pelatihan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Tabel Perbandingan Adaptive Backpropagation dan Backpropagation**

Pelatihan	MSE	Waktu (detik)	Akurasi (%)
Adaptive Backpropagation	0.00968	19.416	54.0
Backpropagation	0.04498	19.957	52.5

Sistem ini telah dilakukan pengujian terhadap 10 naracoba dan lima naracoba untuk data uji, dan data latih. Dari 10 naracoba menghasilkan presentase 54.0% untuk data uji dan 92.0% untuk data latih. Sedangkan dari lima naracoba menghasilkan presentase hingga 49.0% untuk data uji dan 98.0% untuk data latih. Hasil dari pengujian dari lima naracoba dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Pengujian Data Latih dan Data Uji Dari Lima Naracoba.**

No.	Naracoba	Kelas	Jumlah Data	Jumlah Tepat Dikenali (Data Uji)	Jumlah Tepat Dikenali (Data Latih)
1.	Naracoba 1	Epilepsi	10	7	10
2.	Naracoba 2	Epilepsi	10	6	10
3.	Naracoba 3	Epilepsi	10	4	9
4.	Naracoba 4	Epilepsi	10	5	10
5.	Naracoba 5	Epilepsi	10	7	10
6.	Naracoba 1	Tidak Epilepsi	10	6	10
7.	Naracoba 2	Tidak Epilepsi	10	1	10
8.	Naracoba 3	Tidak Epilepsi	10	5	10
9.	Naracoba 4	Tidak Epilepsi	10	5	9
10.	Naracoba 5	Tidak Epilepsi	10	3	10
<b>Total</b>			100	49	98

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sistem deteksi epilepsi dari sinyal EEG menggunakan Autoregressive (AR) dan Adaptive Backpropagation (ABP). Ekstraksi yang digunakan adalah AR orde 30. Orde 30 dipilih karena menghasilkan selisih *error* terkecil dibandingkan orde 10 dan 20. Selisih *error* ekstraksi AR orde 30 adalah 232601.05. Pelatihan dilakukan dengan membandingkan Adaptive Backpropagation (ABP) dan Backpropagation (BP). Pelatihan menggunakan ABP menghasilkan *Mean Square Error* (MSE) 0.00968 dengan waktu 19.416 detik dan akurasi 54.0%, sedangkan pelatihan menggunakan BP menghasilkan MSE 0.04498 dengan waktu 19.957 detik dan akurasi 52.5%. Dari hasil pelatihan dapat disimpulkan bahwa pelatihan menggunakan ABP lebih cepat dan memiliki akurasi lebih baik dibandingkan dengan BP. Pengujian dilakukan terhadap 10 naracoba dan lima naracoba untuk data uji, dan data latih. Dari 10 naracoba menghasilkan presentase 54.0% untuk data uji dan 92.0% untuk data latih. Sedangkan dari lima naracoba menghasilkan presentase hingga 49.0% untuk data uji dan 98.0% untuk data latih.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ardila dkk. (2014). Deteksi Penyakit Epilepsi dengan menggunakan Entropi Permutasi, K-means Clustering, dan Multilayer Perceptron. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 3(1), A70-A74.
- Bizopoulos, P., Tsalikakis, D., Tzallas, A., & Koutsouris, D. (2013). EEG epileptic seizure detection using k-means clustering and marginal spectrum based on ensemble empirical mode decomposition. *Bioinformatics and Bioengineering (BIBE), 2013 IEEE 13th International Conference on* (hal. 1-4). Chania: IEEE Xplore.
- Boubchir et al. (2015). Time-frequency image descriptors-based features for EEG epileptic seizure activities detection and classification. (hal. 867 - 871). South Brisbane: IEEE.
- Djamal dkk. (2014). Identification of Alertness State Through EEG Signal Using Wavelet Extraction and Neural Networks. *The 2014 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA 2014)*. Bandung: LIPI dan IEEE Indonesia Section.
- Huan et al. (2004). Neural Network Classification of Autoregressive Features From Electroencephalogram Signals For Brain-Computer Interface Design. *Journal Of Neural Engineering*, 142-150.
- Khairani, M. (2014). Improvisasi Backpropagation Menggunakan Penerapan Adaptive Learning Rate dan Parallel Training. *TECHSI*, 4, 157-172.
- Kiyimik et al. (2004). Automatic recognition of alertness level by using wavelet transform and artificial neural network. *Journal of Neuroscience Methods*, 231–240.
- Liang et al. (2005). Monitoring Driver's Alertness Based in the Driving Performance Estimation and the EEG Power Spectrum Analysis. *Proceedings of the 2005 IEE*, 1-4.
- Meier et al. (2008, June). Detecting Epileptic Seizures in Long-term Human EEG: A New Approach to Automatic Online and Real-Time Detection and Classification of Polymorphic Seizure Patterns. *Journal of Clinical Neurophysiology, Volume 25*, 1-13.
- Nie et al. (2011). EEG-based Emotion Recognition during Watching Movies. *Proceedings of the 5th International*, 667-670.
- Ozdamar et al. (1992). Detection of Transient Eeg Patterns With Adaptive Unsupervised Neural Networks. *International Biomedical Engineerlng Days*, 192-197.
- Patil, P. d. (2012). Analysis of emotion disorder based in EEG signal of human brain. *International Journal of Computer Science, Engineering and Application (ISCSEA)*, 2(4), 19-24.
- Sunaryo, U. (2007). Diagnosis Epilepsi. *Wijaya Kusuma*, 1, 49-56.
- Weng, W. d. (1996). An Adaptive Structure Neural Networks with Application to EEG Automatic Seizure Detection. *Neural Network*, 9, 1223-1240.