

ABSTRAK

Epilepsi adalah sebuah kelainan pada otak yang ditandai dengan munculnya kondisi *seizure* yang terjadi minimal satu kali dalam 24 jam. Epilepsi memerlukan penanganan yang disiplin dan serius. Sebanyak lebih dari 60 juta penduduk dunia mengidap epilepsi. Penegakan diagnosis epilepsi dapat dilakukan dengan mengamati sinyal elektroensefalogram (EEG). EEG banyak dipilih karena lebih mudah diaplikasikan, murah, dan mampu memberikan resolusi sinyal yang memadai untuk observasi. Pelbagai penelitian tentang sistem diagnosis berbantuan komputer (CAD) telah dikembangkan untuk membantu proses interpretasi sinyal EEG. Sistem CAD untuk analisis sinyal EEG epilepsi pada penelitian ini memiliki dua tujuan utama yaitu untuk mendeteksi dan memprediksi kondisi *seizure* pada rekaman sinyal EEG. Deteksi *seizure* dilakukan dengan cara mendeteksi keberadaan kondisi *ictal*, sementara untuk memprediksi *seizure* dilakukan dengan mendeteksi kondisi *pre-ictal* pada rekaman EEG.

Penggunaan analisis kompleksitas sinyal menggunakan entropi telah banyak digunakan untuk menganalisis sinyal EEG. *Fluctuation-based dispersion entropy* (FDE) adalah *state-of-the-art* metode analisis entropi yang dikembangkan dari metode *permutation entropy* (PE). Akan tetapi, penggunaan entropi tidak dapat mengakomodir keberadaan pola berulang kondisi *ictal*. Melihat bahwa sinyal EEG memiliki karakteristik *chaos*, penelitian ini mengusulkan metode ekstraksi fitur menggunakan metode analisis *chaos* berbasis fraktal yang diberi nama *multi-distance fluctuation-based dispersion fractal* (MDFDF). MDFDF merupakan pengembangan dari FDE yang dikombinasikan dengan metode analisis fraktal dan *multi-distance signal level differences* (MSLD) untuk memperluas observasi antar elemen tetangga FDE yang terbatas menjadi beberapa jarak (D). Sejauh ini, sistem prediksi *seizure* tidak memiliki acuan medis atau standar operasional khusus terkait awal waktu *pre-ictal*. Hal ini menyebabkan banyaknya asumsi awal waktu *pre-ictal* yang digunakan pada penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian ini mengusulkan mekanisme penentuan awal waktu *pre-ictal* secara adaptif dengan menggunakan dua proses utama yaitu proses kuantifikasi aktivitas kanal dengan memperhitungkan nilai energi dan kuantifikasi konektifitas antar neuron menggunakan metode koherensi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran kompleksitas sinyal menggunakan analisis *chaos* mampu meningkatkan performa sistem deteksi dan prediksi *seizure* pada rekaman EEG jangka pendek dan panjang. Pada pengujian rekaman EEG jangka pendek, performa rata-rata mengalami peningkatan sebesar 13,77%. Sedangkan pada rekaman EEG jangka panjang, diperoleh rata-rata akurasi sebesar 94,74 % pada dataset CHB-MIT dan 93,73% pada dataset TUSZ. Rata-rata performa tersebut lebih baik 2,60% dan 4,02% dari penggunaan metode berbasis entropi. Melihat kemampuannya untuk meningkatkan nilai sensitifitas sistem prediksi *seizure* dari sekitar 88% menjadi 100%, mekanisme penentuan awal waktu *pre-ictal* yang diusulkan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan baru pada pengembangan sistem prediksi *seizure*. Penggunaan mekanisme ini juga mampu mengeliminasi munculnya *false alarm* yang muncul di luar periode waktu *pre-ictal*.

Kata kunci: EEG, deteksi *seizure*, prediksi *seizure*, *chaos*, *fractal*, MDFDF.

ABSTRACT

Epilepsy is a brain disorder characterized by the appearance of a seizure condition that occurs at least once every 24 hours. Epilepsy requires discipline and serious treatment. More than 60 million people worldwide suffer from epilepsy. The diagnosis of epilepsy can be made by observing the electroencephalogram (EEG) signal. EEG signals were chosen as an epilepsy diagnostic tool because they are simple to use, inexpensive, and capable of giving adequate signal resolution for observation. Many studies on computer-aided diagnostic systems (CAD) have been conducted to assist in the analysis of EEG data. The CAD system in this study has two main objectives, they are to detect and predict epileptic seizure conditions in the EEG signals. Seizure detection is done by detecting the presence of ictal conditions, while to predict seizures is done by detecting pre-ictal conditions on the EEG recording.

EEG signals are analyzed using signal complexity analysis employing entropy, which has been widely established. The fluctuation-based dispersion entropy (FDE) approach is a development of the permutation entropy (PE) method and is the most recent entropy analysis method. The application of entropy, on the other hand, cannot account for the existence of a recurrent pattern of ictal circumstances. Given the chaotic nature of the EEG data, this research presents a feature extraction approach based on a fractal-based chaos analysis method called "multi-distance fluctuation-based dispersion fractal" (MDFDF). MDFDF is an FDE development that uses fractal analysis and multi-distance signal level differences (MSLD) to increase observations between FDE nearby elements that are separated by many distances (D). There are no medical references or unique operational guidelines for the start of pre-ictal period in the process of building the seizure prediction system. As a result, there are too many of the pre-ictal assumptions utilized in prior studies. This research presents an adjustable pre-install timing mechanism based on two key processes: determining the energy value of channel activity and measuring the connection between neurons using the coherence approach.

The results showed that by applying chaos analysis to measure signal complexity improved the performance of seizure detection and prediction system both on short and long-term EEG recordings. The average performance increased by 13.77% in a short-term EEG data. In the meanwhile, the average accuracy of long-term EEG recording was 94.74% in the CHB-MIT dataset and 93.73% in the TUSZ dataset. When compared to the entropy-based technique, the average performance is 2.60% and 4.02% better. The pre-ictal timing mechanism suggested in this work may be utilized as a new reference in the development of a seizure prediction system due to its capacity to raise the sensitivity value of the seizure prediction system from roughly 88% to 100%. The adoption of this approach can also help to prevent false alarms that occur outside of the pre-ictal time frame.

Keywords: EEG, seizure detection, seizure prediction, chaos, fractal, MDFDF.