

Ekstraksi Fitur Rekaman Sinyal EEG menggunakan Metode Discrete Wavelet Transform (DWT) Untuk Klasifikasi Iktal Epilepsi

Extraction of EEG Signal Recording Features using Discrete Wavelet Transform (DWT) Method For Classification Of Ictal Epilepsy

Ade Eviyanti¹, Arif Senja Fitriani², Umi khoirun Nisak³

¹² Prodi Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

³ Prodi Manajemen Informasi Kesehatan Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Abstract. Epilepsy is the most common neurological disorder in humans characterized by recurrent ictal (convulsions). Ictalism is defined as a sudden change in the electrical function of the brain, resulting in behavioral changes, such as loss of consciousness, jerky movements, loss of breath and temporary memory. Epilepsy is a chronic, non-communicable brain disease that affects about 50 million people worldwide. Electroencephalogram (EEG) signals contain important details regarding the electrical actions performed by the brain. EEG signal analysis is important for detecting diseases, one of which is epilepsy. However, these signals can be complex and require human expertise. The random, non-stationary behavior of the EEG signal makes ictal prediction difficult. So ictal detection and prediction is a very important issue. Various signal processing methods along with feature extraction are adapted to categorize EEG signal segments to obtain specific characteristics of the signal. The purpose of this paper is to improve the accuracy of the classification of epileptic ictal, then the EEG signal feature extraction is carried out so that the specific characteristics of the signal needed in the trial process are obtained. The study data used EEG signals from 24 patients from the CHB-MIT EEG public dataset from Children's Hospital, Boston. Signals were recorded from 23 epileptic children (of which 2 cases were obtained from the same child at 1.5 year intervals). The approach presented in this paper for feature extraction uses the Discrete Wavelet Transform (DWT) method to obtain the characteristics of the EEG signal, while for the classification process using the SVM method. It is hoped that the proposed method can detect epileptic ictal using EEG signal recording.

Keywords: EEG, Ictal Epilepsi, DWT, SVM

Abstrak. Epilepsi adalah gangguan neurologis yang paling umum pada manusia yang ditandai dengan iktal (kejang) berulang. Iktal didefinisikan sebagai perubahan mendadak dalam fungsi listrik otak, mengakibatkan perubahan perilaku, seperti kehilangan kesadaran, gerakan tersentak-sentak, kehilangan napas dan memori sementara. Epilepsi adalah penyakit otak kronis yang tidak menular yang mempengaruhi sekitar 50 juta orang di seluruh dunia. Sinyal Electroencephalogram (EEG) berisi rincian penting mengenai tindakan listrik yang dilakukan oleh otak. Analisis Sinyal EEG ini penting untuk mendeteksi penyakit, salah satunya adalah epilepsi. Namun, sinyal ini bisa jadi rumit dan membutuhkan keahlian manusia. Perilaku sinyal EEG yang acak dan tidak stasioner membuat prediksi iktal menjadi sulit. Jadi deteksi dan prediksi iktal merupakan isu yang sangat penting. Berbagai metode pemrosesan sinyal bersama dengan ekstraksi fitur disesuaikan untuk mengkategorikan segmen sinyal EEG untuk mendapatkan karakteristik spesifik dari sinyal. Tujuan dari makalah ini adalah untuk meningkatkan hasil akurasi klasifikasi iktal epilepsi, maka dilakukan ekstraksi fitur sinyal EEG sehingga didapatkan karakteristik spesifik sinyal yang dibutuhkan pada proses uji coba. Data penelitian menggunakan Sinyal EEG dari 24 pasien dari dataset publik CHB-MIT EEG dari Children's Hospital, Boston. Sinyal direkam dari 23 anak epilepsi (di mana 2 kasus di antaranya diperoleh dari anak yang sama dengan interval 1,5 tahun). Pendekatan yang disajikan pada makalah ini untuk ekstraksi fitur menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) untuk mendapatkan karakteristik dari sinyal EEG, sedangkan untuk proses klasifikasi menggunakan metode SVM. Diharapkan dengan metode yang diusulkan dapat mendeteksi iktal epilepsi menggunakan rekaman sinyal EEG.

Kata kunci: EEG, Iktal Epilepsi, DWT, SVM

1 Pendahuluan

Epilepsi adalah penyakit otak kronis yang tidak menular yang mempengaruhi sekitar 50 juta orang di seluruh dunia. Hal ini ditandai dengan Iktal (kejang) berulang, yang merupakan episode singkat gerakan tak sadar yang mungkin melibatkan sebagian atau seluruh tubuh dan kadang disertai dengan hilangnya kesadaran serta kontrol fungsi usus atau kandung kemih. Episode iktal adalah akibat dari pelepasan listrik yang berlebihan pada sekelompok sel otak. [1].

Epilepsi secara tradisional dianggap sebagai penyakit pada usia muda, terutama menyerang bayi, anak-anak dan remaja. Namun, saat ini epilepsi dikenali sebagai kelainan umum yang juga dapat terjadi pada usia yang lebih tua dan juga lansia. Dalam populasi tersebut, epilepsi merupakan penyakit neurologis ketiga yang paling umum terjadi, setelah penyakit serebrovaskular dan demensia. Saat ini, karena epilepsi juga dapat mengenai usia tua, epilepsi menjadi masalah kesehatan masyarakat yang penting [2].

Elektroensefalogram (EEG) merupakan sinyal yang memberikan informasi fungsi otak dan syaraf. Sinyal EEG mempunyai amplitudo yang rendah, non stasioner dan tidak ada pola tertentu sehingga tidak mudah untuk dianalisis secara visual. Beberapa variabel yang mempengaruhi sinyal EEG seperti tingkat perhatian, tingkat kewaspadaan, karakter seseorang, dan pengaruh rangsangan luar. EEG adalah suatu instrumen yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik statis yang dihasilkan dari rangsangan yang diterima otak [3]. Jadi Aktivitas otak berupa gelombang listrik, yang dapat direkam melalui kulit kepala disebut Elektro-Ensefalografi (EEG). Amplitudo dan frekuensi EEG bervariasi, tergantung pada tempat perekaman dan aktivitas otak saat perekaman[4].

Analisis sinyal EEG adalah suatu kinerja yang menantang, disebabkan Inspeksi visual untuk deteksi iktal epilepsi pada sinyal EEG memakan waktu dan dapat menyebabkan kesalahan. Oleh karena itu, kerangka kerja otomatis untuk deteksi iktal dengan akurasi tinggi sangat diperlukan. Dua langkah dasar yang dilakukan untuk deteksi iktal dalam berbagai metode yang diusulkan dalam berbagai literatur ada dua tahapan yaitu ekstraksi fitur dan klasifikasi. Pada langkah ekstraksi fitur, atribut penting dari sinyal dikumpulkan dan kemudian fitur yang diekstraksi ini diberikan sebagai masukan ke pengklasifikasi. [5].

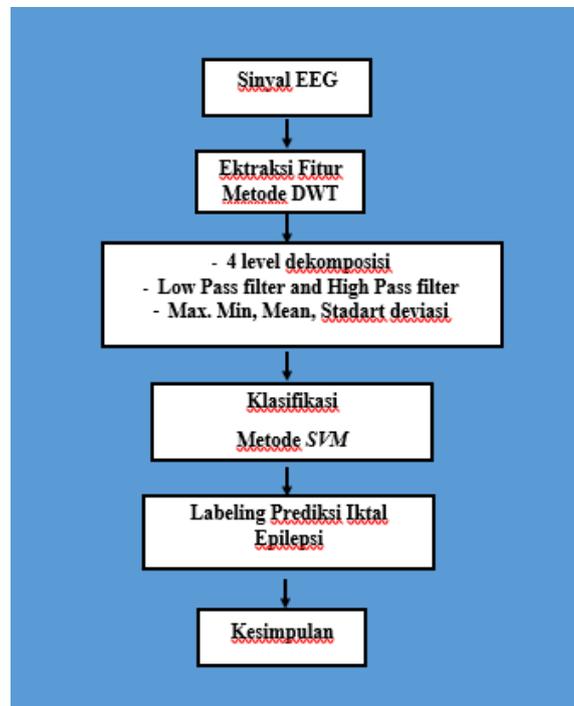
Beberapa metode terkait kinerja analisis sinyal EEG untuk deteksi iktal epilepsi adalah, [6] Pendekatan yang dilakukan dengan mengembangkan sistem otomatis untuk membedakan antar kejang yang direkam secara intrakranial dan SFI dalam dua tahap. Pada tahap pertama, GHE diperkirakan pada skala yang berbeda untuk mengkarakterisasi sinyal EEG dengan menangkap *multiscale long-memory properties*. Setelah dihitung, estimasi GHE digunakan untuk melatih KNN untuk klasifikasi. Pada proses uji coba klasifikasi didapatkan akurasi 100%. Menggunakan metode gabungan teknik RBF dan SOM untuk mendeteksi dan menentukan status epilepsi. Keuntungan dari penerapan algoritma pengelompokan SOM adalah untuk mengumpulkan kasus epilepsi yang serupa untuk menyelidiki bentuk epilepsi dengan berkonsentrasi pada pasien mengenai kapan serangan epilepsi terjadi. Skema yang disarankan menggunakan Pengenalan Kejang Epilepsi UCI [7].

Diusulkan entropi sigmoid untuk mendeteksi kejang epilepsi dalam sinyal EEG. Entropi sigmoid diperkirakan dapat menguraikan sinyal EEG menggunakan DWT. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa entropi sigmoid mampu menangkap transisi dalam EEG yang mencerminkan aktivitas abnormal di otak. Hasil uji coba menunjukkan bahwa nilai entropi sigmoid lebih rendah untuk aktivitas epilepsi dibandingkan dengan EEG normal. Hasil eksperimen menyimpulkan bahwa entropi sigmoid dapat digunakan untuk menganalisis dinamika otak untuk memahami perilaku kejang epilepsi dengan kompleksitas komputasi yang lebih sedikit [8].

Pada artikel ini pendekatan sistem yang akan dilakukan adalah untuk mendeteksi iktal epilepsi..berdasarkan rekaman sinyal EEG data set CHB-MIT Hospital Boston. Metode DWT digunakan untuk proses ekstraksi fitur untuk mendapatkan karakteristik ciri dari sinyal, dimana fitur yang akan diambil yaitu nilai max, min, mean dan standart deviasi. Empat nilai fitur tersebut digunakan sebagai inputan pada metode SVM untuk mendapatkan klasifikasi Iktal epilepsi.

2. Metode

Gambar 1 merupakan Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut :



Gambar. 1. Tahapan Penelitian

2.1. Data Informasi Sinyal EEG

Dataset yang diproses menggunakan Data EEG dari 24 pasien dari dataset publik CHB-MIT EEG dari Children's Hospital, Boston sinyal direkam dari 23 anak epilepsi (di mana 2 kasus di antaranya diperoleh dari anak yang sama dengan interval 1,5 tahun, dimana Kasus chb21 diperoleh 1,5 tahun setelah kasus chb01). Rekaman dikumpulkan dari 23 subjek dan telah dikelompokkan menjadi 24 kasus, chb01 – chb24. Data demografis tersedia untuk 22 subjek dimana 5 laki-laki, usia 3 sampai 22 tahun, dan 17 perempuan, usia 1,5 sampai 19 tahun. Sementara satu subjek tidak terdeteksi data demografisnya. Semua sinyal diambil sampelnya pada 256 sampel per detik dengan resolusi 16-bit. Posisi dan tata nama elektroda EEG mengikuti sistem 10-20 internasional. Pada Proses uji coba data 24 pasien dipilih berdasarkan 5 channel yang sama berisi data sinyal interiktal (non kejang) dan iktal epilepsi. Data interiktal terdiri dari 50 sinyal EEG dan data set iktal terdiri dari 50 data sinyal EEG. 10% data sinyal EEG digunakan untuk data *training* dan 90% data sinyal EEG untuk data *testing*.

2.2. Discrete Wavelet Transform (DWT)

Pada dasarnya transformasi wavelet merupakan sebuah teknik pemrosesan sinyal multiresolusi. Dengan sifat penskalaannya, wavelet dapat memilah-milah suatu sinyal data berdasarkan komponen frekuensi berbeda-beda. Dengan demikian tiap-tiap bagian dapat dipelajari berdasarkan skala resolusi, sehingga diperoleh gambaran data secara keseluruhan dan detail [9]. Ada dua jenis WT yaitu: continuous wavelet transform (CWT) dan discrete wavelet transform (DWT). Dalam koefisien CWT dari wavelet dihitung di semua pos-timbangan yang memungkinkan. Namun, secara komputasi mahal untuk melakukannya. Untuk mengatasi masalah ini DWT digunakan sebagai pengganti CWT. Penskalaan dan pemindahan dilakukan dalam pangkat dua dan sebagai hasilnya, tidak perlu menghitung semua koefisien. DWT dapat diimplementasikan secara efektif melalui Low Pass filter and High Pass filter. DWT didefinisikan sebagai berikut [10] dengan persamaan :

$$DWT(a, b) = \frac{1}{\sqrt{|2^a|}} \int_{-\infty}^{\infty} \left(z(t) \psi \left(\frac{t - 2^a b}{2^a} \right) \right) dt \tag{1}$$

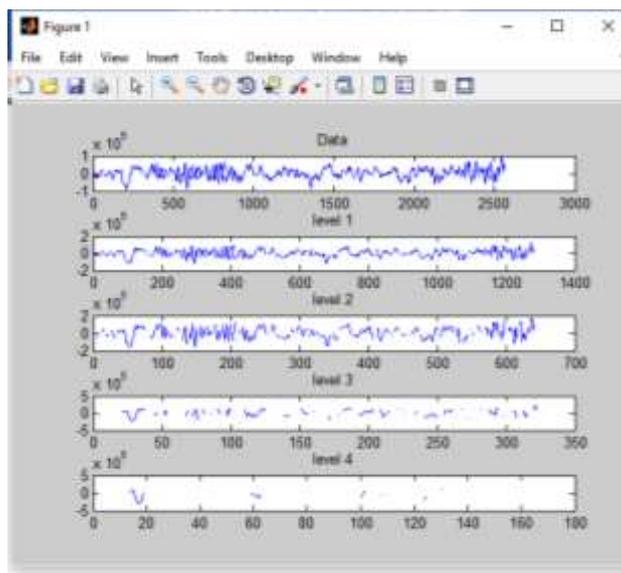
Sinyal EEG sebagai inputan Ada 2565 panjang sinyal EEG yang ada di setiap segmen sinyal pada setiap pasien dimana sinyal direkam selama 10 detik. Menggunakan dekomposisi 4 level untuk menguraikan 2565 sampel menjadi koefisien wavelet yang berbeda dilewatkan melalui 2 filter komplementer yaitu low-pass filter dan High-pass filter [10]. Untuk koefisien pendekatan G (n) mewakili komponen frekuensi rendah dan koefisien pendekatan H (n) mewakili komponen frekuensi tinggi. Dengan demikian suatu sinyal dapat dipecah (didekomposisi) menjadi komponen-komponen dengan resolusi lebih rendah. Teknik rekonstruksi ini dapat diperluas untuk komponen-komponen analisis multi-resolusi sampai pada tingkat tertentu. Setelah proses filter komplementer dilakukan, selanjutnya pengambilan fitur sinyal berupa nilai max, min, mean dan standart deviasi. Sehingga berdasarkan empat fitur tersebut, penggunaan sinyal EEG untuk klasifikasi interiktal epilepsi dan iktal epilepsi dapat dilakukan dengan baik.

2.3. Metode Klasifikasi Support Vector Machine (SVM)

Algoritma mesin learning adalah pengklasifikasian yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi epilepsi. SVM dengan berbagai fungsi kernel adalah salah satu teknik pengklasifikasian mesin lerning yang sebagian besar digunakan untuk pengenalan pola [11]. SVM merupakan sistem pembelajaran yang menggunakan fungsi-fungsi linier untuk fitur yang berdimensi tinggi dan dilatih untuk pembelajaran optimasi. Pada artikel ini model SVM menggunakan pendekatan model yang biasa disebut kernel. Kernel yang digunakan pada proses klasifikasi yaitu kernel linier, radial dan sigmoid. Variasi model kernel digunakan untuk mengetahui fungsi kernel yang paling baik dalam melakukan klasifikasi berdasarkan rekaman sinyal EEG untuk memprediksi iktal epilepsi. Terdapat 100 data rekaman sinyal EEG yang digunakan untuk proses klasifikasi dimana inputan pada metode SVM merukana hasil ekstraksi fitur menggunakan metode DWT yaitu nilai max, min, mean dan standart deviasi.

3. Hasil Dan Pembahasan

Dataset yang diproses menggunakan Data EEG dari 24 pasien dari dataset publik CHB-MIT EEG dari Children's Hospital, Boston dipilih berdasarkan dari 5 channel yang sama. Jumlah data yang banyak, akan menyebabkan proses komputasi lama disebabkan oleh banyak data yang diproses, sehingga dengan adanya fitur yang sedikit mengakibatkan proses komputasi yang cepat. Pada artikel ini, proses ekstraksi fitur sinyal EEG menggunakan metode DWT, dimana sinyal EEG dibagi menjadi empat dekomposisi sinyal. Empat dekomposisi sinyal tersebut diambil fiturnya berupa nilai max, min, mean dan standart deviasi.



Gambar 2. Hasil dekomposisi 4 level sinyal EEG

Gambar 3 merupakan rekaman Epilepsi dan proses pembagian menjadi empat dekomposisi sinyal. Empat dekomposisi sinyal tersebut diambil nilai max, min, mean dan standart deviasi untuk setiap sub sinyal, Masing – masing sinyal untuk interiktal epilepsi dan iktal epilepsi mempunyai nilai perbedaan. Dengan perbedaan nilai yang tidak sama menunjukkan bahwa tingkat pengklasifikasian dengan mengambil nilai max, min, mean dan standart deviasi cukup baik. Klasifikasi menggunakan SVM diimplementasikan dengan menggunakan fitur dari proses metode DWT sebagai masukan. Dalam paper ini, set pelatihan berjumlah 100 data yang terdiri 50 sinyal interiktal epilepsi dan 50 sinyal iktal Epilepsi. Pada tabel 1 merupakan distribusi kelas sampel dalam kumpulan data pelatihan dan uji coba.

Tabel 1. Sampling distribusi kelas pada data pelatihan dan data uji coba.

Kelas	Training set	Test set
Sinyal interiktal epilepsi	45	5
Sinyal iktal Epilepsi	45	5

Pengujian akan dilakukan dengan variasi kernel dalam sistem SVM dan variasi data latih dan data uji yang digunakan. Akurasi yang dimaksud adalah ketepatan hasil klasifikasi yang dilakukan program dengan hasil klasifikasi manual. Tingkat akurasi dapat diformulasikan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah sinyal benar}}{\text{Jumlah total data uji}} \times 100\% \quad (3)$$

Pengujian dilakukan menggunakan variasi kernel dan variasi data set. Kernel merupakan model pendekatan pada metode SVM. Kernel yang digunakan ada 3 model yaitu kernel linier, radial dan sigmoid. Untuk Variasi data set dibagi 3 variasi yaitu uji coba pertama dengan data latih 90% dan data uji 10%, uji coba kedua dengan data latih 80% dan data uji 20%, uji coba ketiga dengan data latih 70% dan data uji 30%. Hasil klasifikasi dengan variasi kernel dan data set ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil pengujian pada data uji coba pertama memperoleh nilai akurasi 100. Sedangkan untuk data uji kedua dan ketiga nilai akurasi berkurang 5%. Hal ini menunjukkan bahwa variasi model kernel tidak mempengaruhi tingkatan akurasi. Akurasi dipengaruhi oleh banyaknya data pelatihan, semakin banyak data latih maka semakin baik tingkat akurasi pada proses klasifikasi.

Tabel 2. Hasil pengujian klasifikasi dengan variasi data set dan variasi kernel

Percobaan	Data Set	Training Set	Testing Set	Kernel	Tingkat Akurasi
Uji Coba 1	100 Sinyal	90%	10%	Linier	1.00
				Radial	1.00
				Sigmoid	1.00
Uji Coba 2	100 Sinyal	80%	20%	Linier	0.95
				Radial	0.95
				Sigmoid	0.95
Uji Coba 3	100 Sinyal	70%	30%	Linier	0.90
				Radial	0.90
				Sigmoid	0.90

4. Simpulan

1. Metode Klasifikasi SVM yang diusulkan dapat melakukan klasifikasi sinyal EEG untuk memprediksi iktal epilepsy dengan sangat baik. Pada pengujian menggunakan data set yaitu 90% data latih dan 10% data uji di dapatkan akurasi klasifikasi sebesar 100%.
2. Berdasarkan Skenario pengujian menggunakan data set 100 sinyal EEG, dengan variasi data uji dan data latih serta variasi kernel pada metode SVM bahwa terjadi penurunan akurasi sebesar 5% pada proses klasifikasi, hal ini disebabkan bahwa akurasi klasifikasi sinyal sangat dipengaruhi oleh banyaknya data latih pada proses pengenalan pola sinyal. Semakin banyak data latih maka semakin tinggi tingkat akurasi dalam mengenali pola iktal epilepsi. Sedangkan untuk variasi kernel tidak mempengaruhi peningkatan hasil akurasi

Ucapan terima kasih

Penulis berterima kasih kepada Pimpinan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang memberikan waktu dan dana untuk penelitian yang peneliti kerjakan.

Referensi

- [1] WHO, "Epilepsy," 19 Juni, 2019. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy>.
- [2] Arnaz and Muhammad Taufiq Regia, "Hubungan Gambaran Elektroensefalografi Interiktal Terhadap Respons Terapi Antiepilepsi pada Penderita Epilepsi," pp. 1–158, 2020.
- [3] G. Saverius Siregar and Y. Rahayu, "Sistem Pendeteksi Gelombang Otak berbasis Electroencefalogram (EEG) pada Studi Kasus Anak Penderita Autisme," *Jom FTEKNIK*, vol. 6, no. 0, pp. 1–8, 2020.
- [4] A. Bragin, I. Mody, C. L. Wilson, and J. Engel, "Local generation of fast ripples in epileptic brain," *J. Neurosci.*, vol. 22, no. 5, pp. 2012–2021, 2002, doi: 10.1523/jneurosci.22-05-02012.2002.
- [5] A. K. Jaiswal and H. Banka, "Epileptic seizure detection in EEG signal using machine learning techniques," *Australas. Phys. Eng. Sci. Med.*, vol. 41, no. 1, pp. 81–94, 2018, doi: 10.1007/s13246-017-0610-y.
- [6] S. Lahmiri, "Accurate Classification of Seizure and Seizure-Free Intervals of Intracranial EEG Signals From Epileptic Patients," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. PP, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/TIM.2018.2855518.
- [7] A. H. Osman and A. A. Alzahrani, "New Approach for Automated Epileptic Disease Diagnosis Using an Integrated Self-Organization Map and Radial Basis Function Neural Network Algorithm," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 4741–4747, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2886608.
- [8] S. Raghu, N. Siraam, Y. Temel, S. Vasudeva, A. Satyaranjandas, and P. L. Kubben, "Performance evaluation of DWT based sigmoid entropy in time and frequency domains for automated detection of epileptic seizures using SVM classifier," *Comput. Biol. Med.*, vol. 110, no. December 2018, pp. 127–143, 2019, doi: 10.1016/j.compbiomed.2019.05.016.
- [9] I. Mustiadi, T. S. Widodo, and I. Soesanti, "Analisis Ekstraksi Ciri Sinyal Emgmenggunakan Wavelet Discrete Transform," vol. 2012, no. semnasIF, pp. 41–47, 2012.
- [10] R. Akut, "Wavelet based deep learning approach for epilepsy detection," *Heal. Inf. Sci. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.1007/s13755-019-0069-1.
- [11] S. Saminu *et al.*, "brain sciences A Recent Investigation on Detection and Classification of Epileptic Seizure Techniques Using EEG Signal," 2021.