

Analisis Fitur Sinyal Emosi EEG Berdasarkan *Hybrid Decomposition*

Saiful Bahri Musa¹, Handayani Tjandrasa²

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Email: saiful14@mhs.if.its.ac.id¹, handatj@its.ac.id²

Terima Naskah : 10 Januari 2017

Terima Revisi : 15 Januari 2017

ABSTRAK

Hasil rekaman EEG memiliki sejumlah *channel* atau elektroda dalam menentukan emosi manusia. Setiap *Channel* tersebut memiliki frekuensi dengan kurun waktu yang sama, di mana masing-masing *channel* memiliki karakteristik frekuensi yang tidak sama. Hal tersebut dapat mempengaruhi proses komputasi cerdas dalam pengenalan emosi manusia. Dalam penelitian ini diusulkan proses penyaringan sinyal EEG berdasarkan metode *Empirical Mode Decomposition* (EMD) dan *WaveletPacketDecomposition* (WPD) dalam membentuk data fitur emosi manusia. Selanjutnya data fitur dianalisis berdasarkan grafik penyebaran dan karakteristik data dengan menggunakan analisis *boxplot*. Pada penelitian ini menggambarkan bahwa fungsi *logarithmicstatistic* dapat menghasilkan nilai fitur sinyal emosi manusia yang memiliki pola serta penyebaran data fituryang simetris.

Kata kunci : *empirical mode decomposition, waveletpacketdecomposition, analisis boxplot*

ABSTRACT

The recording results of EEG have a several channels or electrodes to determine human emotion. Each channel has a frequency with the same period, where each channel has a different frequency characteristic. It can affect the intelligent computing process to recognize the human emotions. In this study, filtering process of the EEG signals based on Empirical Mode Decomposition (EMD) and Wavelet Packet Decomposition (WPD) method is proposed to forming the feature data of human emotions. Furthermore, the feature data were analyzed based on the spread chart and data characteristics using boxplot analysis. This research describe the logarithmic statistic function which can produce a signal feature values of human emotions that have a pattern and also the symmetric spread of feature data compared with the statistical mean functions.

Keywords: *empirical mode decomposition, wavelet packet decomposition, analisis boxplot*

PENDAHULUAN

Data rekaman EEG awalnya merupakan dataset penelitian yang dikhususkanpada penelitian teknologi bidang kesehatan. Dengan perkembangan teknologi, sinyal EEG telah menjadi salah satu topik penelitian yang cukup menarik dibidang *computervision*. salah satunya adalah penelitian tentang emosi manusia berdasarkan data rekaman gelombang otak manusia atau lebih dikenal dengan *electroencephalogram*(EEG).

Penelitian tentang emosi manusia telah banyak dilakukan, khususnya dalam proses klasifikasi dalam mengenali kelas emosi manusia. Pengenalan emosi sinyal EEG berdasarkan stimulus musik mendapatkan rekaman sinyal pada area dahi dan area telinga dapat memberikan informasi penting dalam mengidentifikasi emosi manusia, sehingga dapat membangun sebuah sistematis pencarian fitur emosi yang spesifik dari sinyal EEG. Proses pengenalan emosi pada penelitian ini menggunakan metode klasifikasi yang berbeda-beda [1].

Pengenalan emosi sinyal EEG berdasarkan optimalisasi filter hybrid dengan metode Empirical Mode Decomposition (EMD) dan Genetic Algorithms (GA) dilakukan oleh [2]. Di mana penelitian ini mengoptimalkan hasil filterisasi sinyal (IMF) yang terbaik yang diperoleh dari hasil metode EMD. Hasil filterisasi tersebut menjadi representasi sinyal EEG yang didasari oleh emosi. Dan diperoleh bahwa hasil filter yang terbaik dari metode EMD adalah IMF 3, 4 dan 6.

Penelitian lain yang didasari oleh 5 band frekuensi otak manusia [3]. Di mana penelitian ini menggunakan pendekatan ukuran statistik Shannon entropi dan korelasi silang bersama dengan Autoregressive model. Entropi memiliki kemampuan dalam mendapatkan konten informasi kuantum dari sinyal. Dari $\frac{3}{4}$ ukuran sinyal diproses berdasarkan entropi *shannon* yang diproses dengan asumsi ukuran tersebut mengandung karakteristik emosi manusia. Metode yang digunakan dalam menganalisis 5 band frekuensi adalah wavelet decomposition dan metode ini hanya berhasil pada sinyal EEG yang mengandung Gaussian noise.

Klasifikasi emosi yang dilakukan oleh [4] memiliki tujuan mengekstraksi fitur sinyal EEG dan mengoptimalkan penggunaan memori selama proses. Proses pertama adalah menganalisis sinyal menggunakan metode Independent Component Analysis (ICA), di mana metode ini merupakan proses analisis statistik untuk membagi data sinyal EEG ke dalam beberapa sumber sinyal. Selanjutnya mengekstraksi fitur dengan menggunakan metode estimasi density kernel dengan parameter (bandwidth) yang juga merupakan perhitungan statistik dalam memperhatikan noise pada sinyal EEG dan kemudian membersihkan noise tersebut. Penentuan channel dan beberapa parameter harus dioptimalkan untuk membangun mesin pembelajaran yang efisien.

Berdasarkan studi pustaka di atas, diperoleh permasalahan bahwa proses klasifikasi langsung menerapkan sinyal EEG dengan mengabaikan bahwa sinyal tersebut tidak sepenuhnya noise.

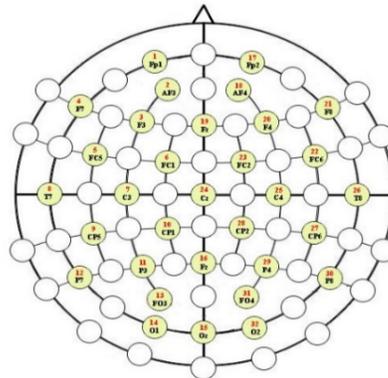
Penelitian ini bertujuan membentuk data fitur emosi manusia berdasarkan proses penguraian sinyal menggunakan *empirical mode decomposition*. Hasil dari metode sebelumnya membentuk sinyal baru yang selanjutnya akan mengekstraksi subband yang dihasilkan oleh

hierarki dari metode WPD. Selanjutnya fitur yang terbentuk akan di analisis menggunakan boxplot.

METODE

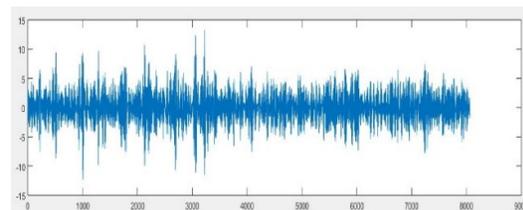
Dataset

Dataset yang diterapkan pada penelitian ini didapatkan dari penelitian [5]. Di mana jumlah channel sinyal EEG dari data rekaman adalah sebanyak 32 channel (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Titik Channel sesuai dengan Dataset

Dataset rekaman emosi manusia berdasarkan data sinyal EEG dipengaruhi oleh tingkat gairah, suka atau tidak suka. Banyaknya kelas adalah 4 terdiri dari kelas senang, kelas takut/marah, kelas sedih dan kelas netral. Kondisi partisan selama proses perekaman termasuk hal yang didata. Jumlah partisan dalam dataset ini sejumlah 32 orang. Masing-masing partisan diwajibkan melihat 40 video klip (stimulus) dari situs www.youtube.com sebagai stimulus perekaman emosi data sinyal EEG. Contoh salah satu sinyal channel yang terekam dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sample Frekuensi berdasarkan channel (T7)

Penelitian – penelitian tentang emosi manusia berdasarkan sinyal EEG telah banyak diteliti. Berdasarkan penelitian [1] bahwa pada area frontal(dahi) dan area temporal(telinga) diperoleh *channel-channel* yang cukup signifikan dalam penentuan emosi seseorang. Dari landasan penelitian [1], penelitian ini melakukan pemilihan beberapa *channel* yang tercakup pada area *frontal*(dahi), area *temporal* (telinga), dan dipilih juga area *occipital* (tengkuk) dan area *parietal*() seperti yang dijabarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Channel berdasarkan Kelas emosi

<i>elas</i>	<i>K</i>	<i>Channel</i>		
1	P8	T7	P7	T8
		Fp1	T7	Fp2
2	CP2	Fp1	AF3	F3
		F7		
4		Oz	Pz	FzCz

Empirical Mode Decomposition

Metode ini merupakan proses perubahan sinyal menjadi beberapa bentuk sinyal yang baru. Konsep dasar dari EMD adalah untuk mengidentifikasi skala waktu yang tepat sehingga dapat menunjukkan karakteristik fisik dari sebuah sinyal, dan selanjutnya mengubah sinyal ke bentuk Intrinsic Mode Function (IMF).

Adapun langkah-langkah dalam menguraikan atau perubahan sinyal berdasarkan metode EMD [6] adalah sebagai berikut;

1. Mengidentifikasi nilai ekstrem dari sinyal $x(t)$ yaitu nilai *upperenvelope* dan *lowerenvelope*
2. Menghitung data di antara *upperenvelope* dan *lowerenvelope* yang didefinisikan sebagai m_1 (mean dari data yang berada di antara *upperenvelope* dan *lowerenvelope*). Perbedaan antara data (sinyal awal) dan m_1 adalah komponen h_1 yang disebut juga sebagai IMF pertama

$$h_1 = x(t) - m_1 \tag{1}$$

IMF pertama dari data juga dapat

$$c_1 = h_{1m} \tag{2}$$

3. Memisahkan c_1 dari residu data dengan persamaan

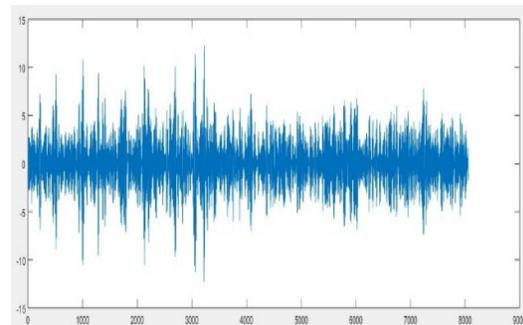
$$r_1 = x(t) - c_1 \tag{3}$$

Hingga diperoleh persamaan

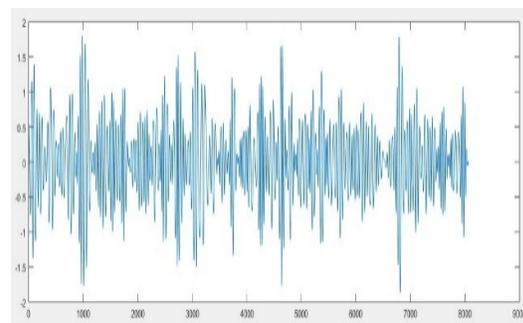
$$x(t) = \sum_{i=1}^n c_i + r_n \tag{4}$$

- di mana sinyal didekomposisikan menjadi n -empirical mode dan residu (r_n) yang dapat membentuk sinyal asli jika digabungkan kembali semua hasil dekomposisi dan residu.
4. Melakukan proses berulang pada langkah ke 2 dengan menghasilkan beberapa *IMF* yang nilainya stabil dan akhirnya menghasilkan suatu residu yang konstan atau konvergen

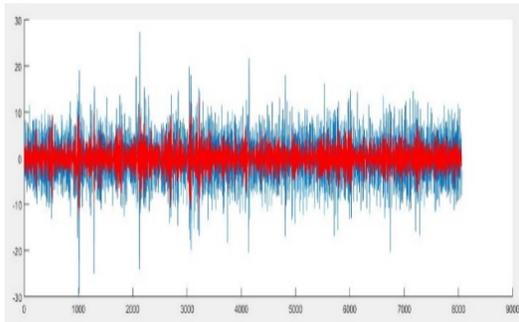
Proses penguraian EMD diterapkan pada masing-masing channel. Berdasarkan proses penguraian EMD beberapa kali, hasil setiap *channel* yang di uraikan menghasilkan 12 sinyal *IMF*. Untuk membentuk sebuah sinyal baru dari EMD dapat dilakukan proses penggabungan 2 sampai 4 kombinasi dari keseluruhan sinyal *IMF*. Sinyal yang terbentuk berdasarkan penggabungan sinyal *IMF* 2 dan 5.dapat di lihat pada Gambar 3,Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 3. Sinyal IMF ke 2 berdasarkan EMD



Gambar 4. Sinyal IMF ke 5 berdasarkan EMD

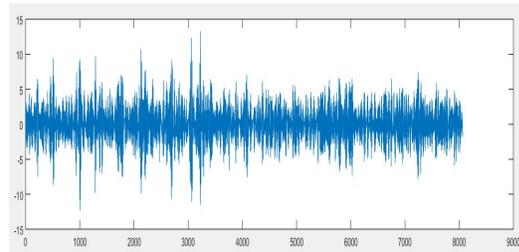


Gambar 5. Sinyal Baru dari penggabungan IMF 2 dan 5

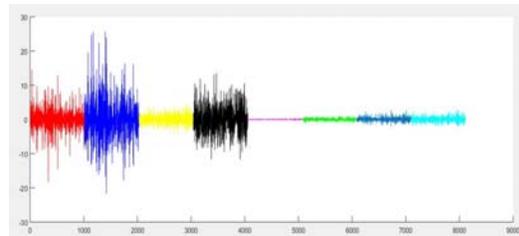
Pada Gambar 5, sinyal yang berwarna biru merupakan sinyal asli dan sinyal yang berwarna merah adalah sinyal baru dari hasil penggabungan 2 sinyal hasil dekomposisi dari metode EMD.

Wavelet Packet Decomposition

Metode ini merupakan pengembangan dari metode *WaveletPacket*. Di mana metode ini melakukan proses perubahan pada setiap hierarki transformasi sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Hasil perhitungan berdasarkan proses berulang pada operasi penyaring atau perubahan mengarah ke penurunan resolusi waktu dan peningkatan resolusi frekuensi. Metode ini membagi sinyal menjadi koefisien *approximation* dan koefisien detail. Selanjutnya koefisien *approximation* ini dibagi menjadi dua tingkat koefisien *approximationapproximation* (AA) dan koefisien *approximation* detail (AD) begitu pula pada koefisien detail. Proses ini berulang sampai pada hierarki yang di tentukan. Tingkat atas pohon WPD adalah representasi dari sinyal waktu. Pada setiap level pohon hierarki yang dilalui ada peningkatan dalam perubahan antara waktu sebuah tree WPD yang terurai adalah representasi dari frekuensi sinyal. Sinyal asli (S) didekomposisi menjadi koefisien *approximation* (A1) dan koefisien detail (D1) pada level-1, selanjutnya pada level-2 proses dekomposisi pada *approximation* level-1 menjadi koefisien *approximation* (AA2) dan koefisien detail *approximation* (DA2), begitu pula pada detail level-1 menjadi koefisien *approximation* detail (AD2) dan koefisien detail (DD2). Proses berulang untuk setiap hierarki / level yang ditentukan pada WPD. Contoh hasil dekomposisi berdasarkan hierarki ke 3 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Sinyal Baru Berdasarkan penggabungan IMF 2 dan 5



Gambar 7. Dekomposisi Sinyal Baru berdasarkan Hierarki ke 3 dari WPD

Ekstraksi Fitur

Setelah dibagi-bagi berdasarkan approximation dan detail pada hierarki ke 3. Selanjutnya masing-masing sub-band tersebut diinterpretasikan menggunakan persamaan (5)

$$nFD = \log \left(\frac{1}{nS} \sum_{i=1}^{nS} SB_i^2 \right) \quad 5)$$

$$i = 1..nS$$

dimana S adalah jumlah data sample hasil dekomposisi sinyal baru, SB_i adalah nilai setiap data sampel sinyal hasil dekomposisi. Hasil dari setiap perhitungan statistik (nFD) berdasarkan dekomposisi WPD pada setiap channel menjadi nilai-nilai fitur.

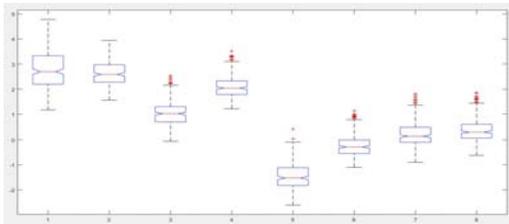
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan parameter Channel yang diterapkan serta penggabungan IMF 2 dan 5 dan hierarki ke 3 pada WPD diperoleh jumlah fitur yang dihasilkan sejumlah 32 fitur. Dan untuk total sampel data adalah 1280 data yang diperoleh dari 32 partisan

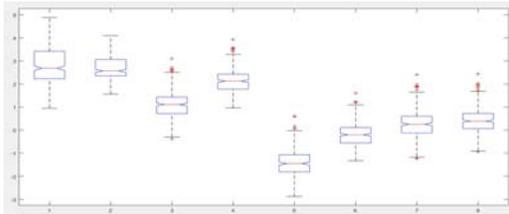
dikali dengan banyaknya stimulus yang di rekam yaitu 40 stimulus. Proses analisis dilakukan untuk memperhatikan penyebaran data dan kemiringan data menggunakan boxplot.

Boxplot adalah salah satu cara dalam statistik deskriptif untuk menggambarkan secara grafik data numeris melalui lima pengukuran nilai observasi terkecil, kuartil terendah (Q1) yang memotong 25 % dari data terendah, median (Q2) atau nilai pertengahan kuartil tertinggi atau kuartil ketiga (Q3), yang memotong 25 % dari data tertinggi nilai observasi terbesar [8].

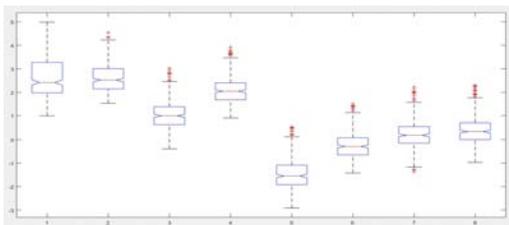
Pada analisis data fitur emosi berdasarkan sinyal EEG akan digambarkan atribut atau fitur yang terbentuk berdasarkan fungsi statistic transformasi logaritmik untuk masing – masing kelas. Dimana grafik tersebut diperoleh dari hasil rata-sata antara subband yang sama diantara empat channe. Grafik Boxplot untuk masing-masing kelas dapat dilihat pada Gambar 8 sampai dengan Gambar 11.



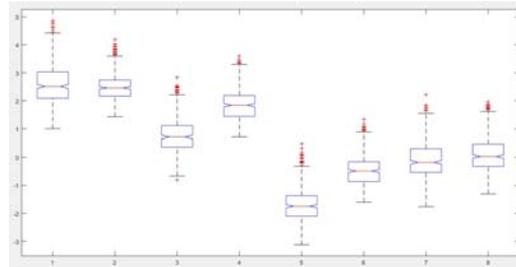
Gambar 8. Grafik Boxplot pada kelas 1 (Senang)



Gambar 9. Grafik Boxplot pada kelas 2 (Takut/Marah)



Gambar 10. Grafik Boxplot pada kelas 3 (Sedih)



Gambar 11. Grafik Boxplot pada kelas 4 (Netral)

Dari ke 4 gambar boxplot terlihat setiap subband membentuk pola yang sama antara ke empat kelas. Hal ini karena hasil dekomposisi berdasarkan WPD merupakan subband yang terbagi atas *approximation* dan *detail* dalam bentuk *tree node*. Kelas yang benar benar berbeda secara nilai median dengan kelas lain adalah kelas 4 dengan memperhatikan nilai Q1, Q2, Q3, sedangkan untuk kelas 1, 2 dan 3 secara penyebaran data terlihat sama tetapi perbedaan terlihat pada subband pertama dimana Q1 dari kelas ke 3 lebih rendah dari kelas 1 dan 2. Dan pada penyebaran data fitur untuk kelas 3 lebih besar dari kelas 1 dan kelas 2. Pada kelas 1 hampir tidak menemukan nilai outlier, sedangkan kelas 2 dan 3 memiliki nilai outlier. Dan berdasarkan penulisan – penulisan ilmiah tentang klasifikasi emosi manusia dari sinyal EEG menjabarkan bahwa kelas 2 dan 3 termasuk yang sulit dikenali.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data fitur sinyal EEG yang diproses melalui *hybrid decomposition* pada hierarki ke 3 dapat diambil kesimpulan bahwa penguraian karakteristik sinyal emosi manusia belum yang terbaik. Disisi lain karena nilai dataset merupakan nilai amplitud yang berada di kisaran positif dan negative makadisarankan untuk melakukan transformasi data fitur agar tidak terjebak pada nilai median berada pada posisi 0.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lin, Yuan Pin et al. (2010). EEG Based Emotion Recognition in Music Listening. IEEE Transactions on Biomedical Engineering 57(7):1798–1806.

- [2] Petrantonakis, Panagiotis C. And Leontios J. Hadjileontiadis. (2009). EEG Based Emotion Recognition Using Hybrid Filtering and Higher Order Crossings. Proceedings - 2009 3rd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops, ACII 2009
- [3] Vijayan, Aravind E., Deepak Sen, and A. P. Sudheer. (2015). EEG-Based Emotion Recognition Using Statistical Measures and Auto-Regressive Modeling. IEEE International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology 587–91.
- [4] Lahane, Prashant and Arun Kumar Sangaiah. (2015). An Approach to EEG Based Emotion Recognition and Classification Using Kernel Density Estimation. Procedia Computer Science 48(Iccc):574–81.
- [5] Koelstra, S. (2012). Deap: A Database for Emotion Analysis; Using Physiological Signals. *Affective Computing*, ... 3(1):18–31. Retrieved
- [6] Boudraa, Abdel-ouahab, Senior Member, and Jean-christophe Cexus. (2007). EMDBased Signal Filtering. *IEEE transactions on instrumentation and measurement* 56(6):2196–2202.
- [7] Ting, Wu. (2008). EEG Feature Extraction Based on Wavelet Packet Decomposition for Brain Computer Interface. 41:618–25,00.
- [8] Moh Yamin, Darsyah. (2014). Penggunaan Stem And Leaf Dan Boxplot Untuk Analisis Data. ISSN : 2339-2444