

## IDENTIFIKASI KONDISI RILEKS DARI SINYAL EEG MENGGUNAKAN WAVELET DAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION

Rifky Ekayama\*, Esmeralda C. Djamal, Agus Komarudin

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas MIPA

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Sudirman, Cimahi 40524.

\*Email: rifky.ekayama@gmail.com

### Abstrak

*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. Beberapa penelitian terdahulu yang terkait di antaranya klasifikasi tingkat kelelahan, klasifikasi tingkat perhatian, dan klasifikasi tingkat kewaspadaan. Berdasarkan penelitian terdahulu, identifikasi kondisi rileks dari kemunculan gelombang alfa dan penurunan gelombang teta dan beta. Oleh karena itu, analisis frekuensi dengan Transformasi Wavelet menjadi berguna. Pada penelitian ini telah dibangun sistem identifikasi kondisi rileks berdasarkan sinyal EEG menggunakan Wavelet untuk mengekstraksi sinyal dari pengaruh noise dan Learning Vector Quantization (LVQ) untuk melakukan identifikasi. Identifikasi dilakukan terhadap dua kelas yaitu rileks dan tidak rileks dengan menggunakan kanal FPI yang direkam kepada sepuluh naracoba. Hasil yang diperoleh dengan pengujian terhadap dua data baru menggunakan wavelet sebesar 47.5%, sedangkan pengujian menggunakan data latih sebesar 70%. Pengujian menggunakan lima naracoba terhadap data baru didapatkan akurasi sebesar 63% dan terhadap data latih sebesar 85%. Sedangkan pengujian menggunakan 10 data baru didapatkan akurasi sebesar 47% dan pengujian terhadap data latih sebesar 87.5%. Sistem identifikasi telah diaplikasikan dalam perangkat lunak sehingga mudah digunakan masyarakat luas.*

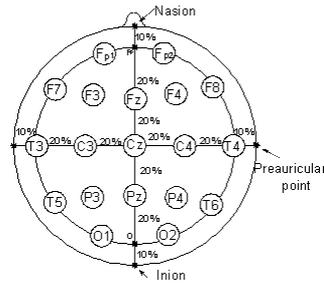
**Kata kunci:** Sinyal EEG, ekstraksi Wavelet, LVQ, identifikasi kondisi rileks

## 1. PENDAHULUAN

Kondisi rileks pada dasarnya suatu keadaan yang dapat membawa pikiran seseorang menjadi tenang. Kondisi tenang yaitu fokus pada satu obyek tanpa terpengaruh oleh hal lain, dengan rileks seseorang akan mampu memahami apa yang betul-betul dipikirkannya. Seseorang yang mampu masuk pada fase rileks dan tenang akan lebih mudah menganalisa hal yang rumit dengan bijak dalam menghasilkan solusi yang terbaik untuk setiap segmen dan pemetaannya. Seseorang yang memiliki riwayat penyakit seperti darah tinggi, mudah stress dan depresi, kondisi rileks sangat membantu dalam melakukan terapi terhadap penyakit tersebut. Untuk mengetahui kondisi rileks seseorang tidak mudah, salah satu cara untuk mengetahui kondisi rileks seseorang yaitu melalui informasi pada sinyal Elektroensefalogram (EEG).

EEG adalah suatu instrumen yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik statis yang dihasilkan dari rangsangan yang diterima otak. Penelitian mengenai klasifikasi sinyal EEG telah banyak dilakukan di antaranya klasifikasi tingkat kelelahan (Arif & Djamal, 2014), identifikasi sinyal EEG terhadap rangsangan suara (Djamal & Harijono, 2005), identifikasi kewaspadaan (Kiymk, Akin, & Subasi, 2004) (Djamal, Suprijanto, & Arif, 2014), kondisi emosional (Duan, Wang, & Lu, 2012), klasifikasi perhatian (Pangestu & Djamal, 2015), identifikasi penyakit epilepsi (Genisa, Zulhamidah, & Syam, 2010), dan penelitian lain melakukan klasifikasi sinyal EEG terhadap imajinasi gerakan tubuh (Hindarto, 2011).

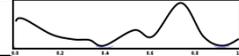
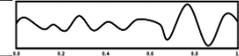
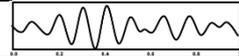
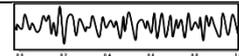
Penempatan elektroda saat perekaman pada umumnya mengikuti sistem yang telah ada yaitu sistem 10-20 yang dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan ketentuan kode huruf menyatakan lokasi yang terdiri dari Frontal (F), Parietal (P), Occipital (O), dan Temporal (T). Sedangkan kode angka ganjil menunjuka sisi kiri serta angka genap menunjuka sisi kanan.



**Gambar 1** Elektroda pada alat EEG

Sinyal EEG dibedakan berdasarkan rentang frekuensi dan diklasifikasikan menjadi lima gelombang, yaitu gelombang delta, teta, alfa, beta, dan gamma, seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1** Tipe-Tipe Gelombang EEG

Gelombang		Frekuensi
Jenis	Bentuk	
Delta		0 – 4 Hz
Teta		4 – 8 Hz
Alfa		8 – 13 Hz
Beta		13 – 30 Hz
Gamma		30 – 100 Hz

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa gelombang Delta memiliki frekuensi 0 – 4 Hz. Gelombang Delta muncul pada saat seseorang tidur nyenyak. Gelombang Teta memiliki frekuensi 4 – 8 Hz. Gelombang Teta muncul pada saat seseorang tidur ringan, dan dalam keadaan senang. Beberapa riset terbaru menghubungkan gelombang ini seperti gerakan mata cepat saat tidur, dan hipnosis. Gelombang Alfa memiliki frekuensi 8 – 13 Hz. Gelombang Alfa muncul pada saat seseorang rileks dan mata tertutup. Gelombang ini sering digunakan untuk melihat normal atau abnormalnya suatu fungsi otak. Gelombang Beta memiliki frekuensi 13 – 30 Hz. Gelombang Beta muncul pada saat seseorang melakukan aktifitas dalam hal mengingat seperti kondisi sedang berpikir. Gelombang Gamma memiliki frekuensi 30 – 100 Hz. Gelombang Gamma berkaitan dengan aktifitas otak untuk mengintegrasikan bermacam rangsangan.

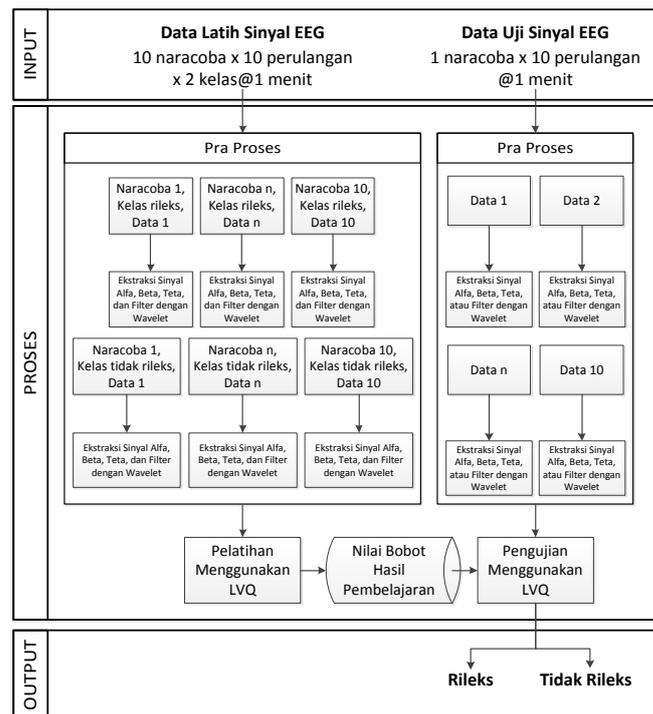
Penelitian ini membangun sistem identifikasi sinyal EEG terhadap kondisi rileks menggunakan Ekstraksi Wavelet dan LVQ. Identifikasi dibagi menjadi dua kelas, yaitu kelas rileks dan tidak rileks. Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa seseorang yang berada pada kondisi rileks ditandai dengan kemunculan gelombang alfa, beta dan teta seperti yang terjadi pada penelitian terdahulu menggunakan wavelet dan spektral daya (Djamil & Harijono, 2005). Saat kondisi rileks gelombang alfa akan menjadi dominan dibandingkan dengan yang lainnya, sebaliknya saat kondisi tidak rileks, kemunculan gelombang akan diimbangi dengan kemunculan gelombang beta dan teta (Djamil & Harijono, 2005).

## 2. MATERIAL DAN METODE

Pada penelitian ini menggunakan 10 naracoba yang direkam menggunakan alat *wireless* EEG dengan frekuensi sampling 512 Hz. Jumlah naracoba didapatkan semata-mata dikarenakan atas sukarela dan ketersediaan naracoba saat dilakukan perekaman. Setiap naracoba dilakukan perekaman dengan dua kondisi yang berbeda yaitu kondisi rileks dan kondisi tidak rileks. Waktu perekaman yang dilakukan yaitu selama satu menit yang diulang sebanyak 10 kali perulangan sehingga didapatkan total perekaman selama 10 menit untuk setiap kondisi yang berbeda. Sehingga setiap 1 menit perekaman didapatkan data sebanyak 30720 titik sinyal.

Rangsangan yang diberikan untuk mendapatkan kondisi rileks dan tidak rileks seseorang yaitu, naracoba ditempatkan didalam ruangan yang hening, nyaman dan dengan pencahayaan serta sirkulasi udara yang cukup. Selain itu naracoba juga diberikan stimulasi berupa musik yang dapat membangkitkan suasana rileks. sedangkan untuk mendapatkan kondisi tidak rileks, naracoba diberikan permainan tebak gambar dan diharuskan untuk mendapatkan skor sebanyak-banyaknya.

Sinyal EEG hasil perekaman selanjutnya dilakukan proses ekstraksi menggunakan transformasi Wavelet untuk merubah domain waktu menjadi domain frekuensi pada sinyal EEG sekaligus untuk mendapatkan gelombang yang diharapkan yaitu gelombang alfa, beta dan teta. Hal tersebut dilakukan supaya proses identifikasi tepat sasaran. Setelah dilakukan proses ekstraksi, gelombang hasil ekstraksi dilakukan proses pelatihan untuk mendapatkan bobot yang nantinya akan digunakan dalam proses identifikasi kondisi rileks menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan LVQ. Proses identifikasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Perancangan sistem identifikasi kondisi rileks

### 2.1. Transformasi Wavelet

Dalam transformasi wavelet, terdapat dua proses utama yaitu dekomposisi dan rekonstruksi. Dekomposisi adalah proses mengekstraksi sinyal kedalam frekuensi tertentu, sedangkan rekonstruksi adalah proses penggabungan kembali sinyal yang telah diekstraksi kedalam bentuk semula. Pada proses dekomposisi, dibagi menjadi dua proses yaitu konvolusi dan *downsampling*. Konvolusi yaitu proses perkalian dua fungsi ( $f(x)*g(x)$ ) dengan menggunakan koefisien *low-pass filter* dan *high-pass filter* yang kemudian dilakukan proses *downsampling*. *Downsampling* adalah proses mengurangi sample sinyal menjadi setengahnya (reduksi).

Sinyal pada wavelet terbagi menjadi dua jenis yaitu aproksimasi dan detail. Sinyal aproksimasi yaitu sinyal yang dihasilkan dari hasil konvolusi sinyal asal terhadap koefisien *low-pass filter*. Sedangkan sinyal detail yaitu sinyal yang dihasilkan dari hasil konvolusi sinyal asal terhadap koefisien *high-pass filter*.

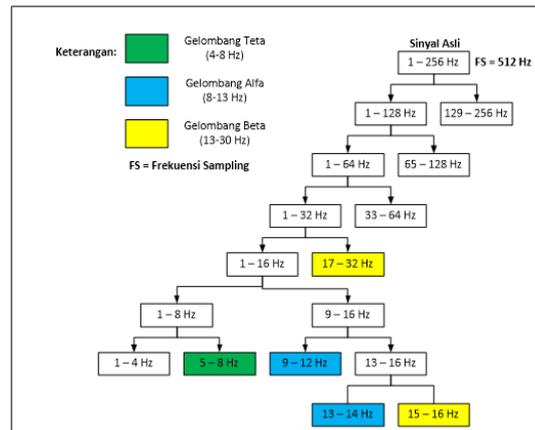
Konvolusi Aproksimasi :  $f(x)*g(x)$  (1)

Konvolusi Detail :  $f(x)*h(x)$  (2)

Dimana,

$$\begin{aligned} f(x) &= \text{Sinyal asal} \\ g(x) &= \text{Koefisien } low\text{-pass filter} \\ h(x) &= \text{Koefisien } high\text{-pass filter} \end{aligned}$$

Wavelet dengan menggunakan filter *daubechies* khususnya *daubechies* 4 terbukti dapat mengekstraksi sinyal dalam bentuk asimetris. Penelitian terdahulu mengenai pengenalan sinyal EEG terhadap kondisi kelelahan menggunakan *Wavelet* dan filter *daubechies* 4 (db4) terbukti dapat meningkatkan akurasi pengenalan hingga 67% (Arif & Djamal, 2014).



**Gambar 3** Ekstraksi Wavelet gelombang alfa, beta, dan teta

Pada penelitian ini akan digunakan Wavelet dengan filter *daubechies* 4 untuk mengekstraksi gelombang alfa, beta dan teta. *Daubechies* 4 memiliki empat koefisien pada *low-pass filter* dan empat koefisien untuk *high-pass filter*. Koefisien untuk *daubechies* 4 untuk *low-pass filter* dan *high-pass filter* dapat dilihat pada persamaan 3 dan 4.

Koefisien fungsi skala (*low-pass filter*) :

$$g_0 = \frac{1+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, g_1 = \frac{3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, g_2 = \frac{3-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, g_3 = \frac{1-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} \quad (3)$$

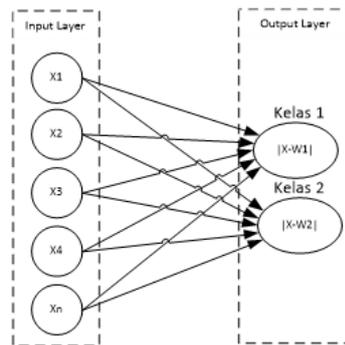
Koefisien fungsi Wavelet (*high-pass filter*) :

$$h_0 = \frac{1-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, h_1 = \frac{3-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, h_2 = \frac{3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, h_3 = \frac{1+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} \quad (4)$$

## 2.2. Learning Vector Quantization

LVQ adalah jaringan single layer yang terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan *input* dan output. LVQ merupakan suatu metode untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor *input*. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Jika dua vektor *input* mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor *input* tersebut kedalam kelas yang sama.

LVQ merupakan salah satu jaringan syaraf tiruan yang merupakan algoritma pembelajaran kompetitif terawasi versi algoritma Kohonen *Self-Organizing Map* (SOM). Tujuan dari algoritma ini adalah untuk mendekati distribusi kelas vektor untuk meminimalkan kesalahan dalam pengklasifikasian.



**Gambar 4** Arsitektur LVQ

Arsitektur LVQ seperti pada Gambar 4 **Error! Reference source not found.** terdiri dari dua lapisan, yaitu *input* dan *output*, diantara lapisannya dihubungkan oleh bobot tertentu yang sering disebut sebagai vektor perwakilan. Informasi yang diberikan ke jaringan pada saat pembelajaran bukan hanya vektor data saja melainkan informasi kelas dari data juga ikut dimasukkan.

Dengan:

$X$  = vektor masukan ( $X_1, \dots, X_n, \dots, X_n$ )

$W$  = vektor bobot atau vektor perwakilan

$|X-W|$  = selisih nilai jarak *Euclidian* antara vektor *input* dengan vektor bobot

Ketika hasil pemrosesan jaringan memberikan hasil klasifikasi yang sama dengan informasi kelas yang diberikan di awal, maka vektor perwakilan akan disesuaikan agar lebih dekat dengan vektor masukan. Sebaliknya ketika hasil klasifikasi tidak sama dengan informasi kelas yang diberikan di awal, maka vektor perwakilan akan disesuaikan agar menjauhi vektor masukan.

LVQ sebagai metode untuk pengklasifikasian telah digunakan pada penelitian sebelumnya dan terbukti bahwa LVQ dapat memberikan generalisasi yang baik hingga persentase 88% (Afriany, Suryani, & Wiharto, 2013). Pada penelitian lain penggunaan metode LVQ juga dapat memberikan hasil generalisasi yang baik untuk mengklasifikasikan kendaraan (Imelda & Harjoko, 2012) selain itu LVQ juga dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi jenis musik berdasarkan file audio (Dillak, Pangestuty, & Bintiri, 2012). LVQ juga digunakan untuk mengklasifikasikan abstrak tesis hingga menghasilkan akurasi sebesar 90% untuk mengenali abstrak (Hariri, Utami, & Amborowati, 2015) dan juga LVQ digunakan untuk mengenali wajah dengan tingkat akurasi sebesar 88% (Heranurweni, 2010).

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Sistem yang dibuat sudah diuji coba menggunakan data latih dan data uji. Pengujian menggunakan data latih bertujuan untuk mengecek kualitas proses pembelajaran apakah sudah baik atau belum. Proses pembelajaran yang baik adalah pembelajaran yang dapat menghasilkan koefisien yang dapat digunakan untuk proses pengujian dan memiliki akurasi yang cukup baik untuk menguji data latih. Hasil pengujian terhadap sistem identifikasi, baik menggunakan data latih maupun data uji diperlihatkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Hasil Pengujian

No	Jumlah Data Latih	Jumlah Data Uji	Persentase Data Latih Dikenali	Persentase Data Uji Dikenali
1	40	40	70%	47.5%
2	100	100	85%	63%
3	200	100	87.5%	47%

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afriany, S. S., Suryani, E., & Wiharto. (2013). Pengenalan Nada Pada Senar Biola Dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan Learning Vector Quantization. *SENTIKA 2013*. Yogyakarta.
- Arif, A., & Djamal, E. C. (2014). Klasifikasi Tingkat Kelelahan Berdasarkan Sinyal Electroencephalogram (EEG) Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *SNIJA Unjani*. Cimahi.
- Dillak, R. Y., Pangestuty, D. M., & Bintiri, M. G. (2012). Klasifikasi Jenis Musik Berdasarkan File Audio Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization. *semnasIF*. Yogyakarta.
- Djamal, E. C., & Harijono, A. T. (2005). Identifikasi dan Klasifikasi Sinyal EEG terhadap Rangsangan Suara dengan Ekstraksi Wavelet dan Spektral Daya. *PROC. ITB Sains & Tek*, 37.
- Djamal, E. C., Suprijanto, & Arif, A. (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.
- Duan, R. N., Wang, X. W., & Lu, B. L. (2012). EEG Based Emotion Recognition in Listening Music by Using Support Vector Machine Dynamic System. *ICONIP, Part IV, LNC 7666*, 468-475.
- Genisa, M., Zulhamidah, Y., & Syam, E. (2010). Karakterisasi dan Digitalisasi Frekuensi Sinyal EEG. *PharmaMedika*, 2.
- Hariri, F. R., Utami, E., & Amborowati, A. (2015). Learning Vector Quantization untuk Klasifikasi Abstrak Tesis. *Citec Journal*, 2.
- Heranurweni. (2010). Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Semarang.
- Hindarto. (2011). Klasifikasi Elektrode Ensephalogram menggunakan Metode Wavelet. *Teknologia*, 5, 11-18.
- Imelda, & Harjoko, A. (2012). Klasifikasi Kendaraan Menggunakan Learning Vector Quantization. *IJEIS*, 2, 57-66.
- Kiyank, M. K., Akin, M., & Subasi, A. (2004). Automatic Recognition of Alertness Level by Using Wavelet Transform an Artificial Neural Networks. *Journal of Neuroscience Methods Elsevier*, 231-240.
- Pangestu, D. P., & Djamal, E. C. (2015). Klasifikasi Perhatian dari Sinyal Sinyal EEG Menggunakan Transformasi Wavelet dan Support Vector Machine. *SNIJA 2015*. Cimahi: Unjani.