

# PEREKAMAN SINYAL GELOMBANG OTAK MENGUNAKAN ELEKTRODA KERING PERANGKAT BRAIN COMPUTER INTERFACE XWAVE PADA ANTAR MUKA PC AUDIO RECORD

Anjik Sukmaaji<sup>1)</sup>

1) Program Studi/Jurusan Sistem Informasi, STIKOM Surabaya, email: anjik@stikom.edu

**Abstract:** Penelitian dibidang BCI semakin mudah dilakukan dengan adanya peralatan yang relatif tidak terlalu mahal. Salah satu langkah dalam meneliti sinyal EEG untuk brain computer interface adalah memahami bagaimana kerja perangkat EEG. Peralatan Xwave yang menggunakan teknologi elektroda kering yang dipatenkan oleh neurosky dapat memberikan kemudahan dalam pengembangan aplikasi. Untuk proses data analisis, PC Audio Record cukup membantu didalam proses pengumpulan data yang dapat di rekam menggunakan fungsi matlab. Dari proses perekaman data menggunakan matlab, proses pengolahan sinyal dapat dengan mudah dilakukan..

**Keywords:** EEG, BCI, Sinyal, Neurosky, Xwave

*Brain Computer Interface* (BCI) merupakan sistem yang dikembangkan sebagai teknologi alternatif yang memungkinkan proses komunikasi dan pengendalian peralatan untuk meraka yang mengalami gangguan organ tubuh (Bashashati et. al, 2007). Penelitian tentang BCI bertujuan untuk menemukan teknologi baru dalam hal proses komunikasi yang dapat menterjemahkan kemauan seseorang yang ditimbulkan oleh faktor reflek yang dikendalikan oleh sinyal otak untuk mengendalikan perangkat yang terhubung dengan aplikasi komputer atau pergerakan jari tangan (Blankertz et al, 2002). Brain Computer Interface (BCI), kadang di kenal dengan sebutan Direct Neural Interface atau Brain-machine Interface, adalah komunikasi langsung antara otak dengan perangkat eksternal. Tujuan dikembangkannya BCI dalam upaya untuk membantu, meningkatkan dan memperbaiki fungsi kognitif atau pancaindera manusia.

Brain Computer Interface adalah perangkat eksternal yang dapat digunakan langsung untuk berkomunikasi dengan brain/otak manusia atau hewan melalui antar muka khusus (silikon Neuron). Sinyal gelombang yang dihasilkan oleh otak di rekam oleh komponen elektrik yang disebut elektroda yang ditempelkan pada posisi tertentu di kulit kepala terhubung ke perangkat Electroencephalograph (EEG) dapat diidentifikasi sebagai suatu instruksi yang harus dilakukan oleh organ-organ. Elektroensefalografi (EEG) adalah rekaman aktivitas listrik sepanjang kulit kepala yang dihasilkan oleh penembakan neuron dalam otak. EEG mengacu pada rekaman aktivitas spontan elektrik otak dalam waktu singkat, biasanya 20 - 40 menit, yang direkam dari beberapa elektroda ditempatkan pada kulit kepala. Sinyal EEG diukur dengan elektroda pada hemisphere kepala dan pada beberapa titik pengukuran yang dibagi pada daerah utama frontal, temporal, central, parietal dan occipital lobe (Niedermeyer E. and da Silva F.L., 2004).

Untuk keperluan klinik, sinyal EEG dapat digunakan untuk menganalisa kondisi mental seseorang, dimana sinyal EEG terkait suatu kejadian/rangsangan akan dianalisa berdasarkan daya spektral dari sinyal EEG yang terkenal dengan istilah gelombang delta (0.1-5Hz), Theta (4-7Hz), Alpha (8-13Hz), Beta (14-30Hz) dan Gamma (>30 Hz). Untuk mendapatkan data hasil rekaman EEG diperlukan seperangkat peralatan yang rumit dan memerlukan proses yang berbelit-belit. Elektroda harus ditempelkan di posisi sistem 10-20 dan kulit kepala harus di olesi dengan cairan khusus agar sinyal otak dapat direkam dengan baik. (Niedermeyer E. and da Silva F.L., 2004)

Sebuah perangkat sederhana murah dan terjangkau dengan teknologi elektroda kering yang dipatenkan oleh neurosky yang dikembangkan oleh PLX-Devices merupakan perangkat yang dapat digunakan untuk merekam sinyal gelombang otak untuk berbagai keperluan. Perangkat ini bernama XWAVE yang dapat digunakan untuk peralatan gadget iphone/ipod/ipad untuk merekam tingkat konsentrasi seseorang yang ditampilkan sesuai dengan sinyal standard EEG.

Dengan keterbatasan media yang dapat digunakan untuk membaca data sinyal rekaman XWave, diperlukan suatu proses pada perekaman menggunakan media sederhana yaitu audio record yang ada pada PC atau laptop. Walaupun pada peralatan audio PC hanya dapat merekam frekuensi sebesar 20Hz, yang seharusnya memerlukan penguat sinyal dari proses record. Keterbatasan yang ada pada audio record tersebut perlu dilakukan uji terhadap peralatan Xwave, sehingga dapat diketahui perbedaan tersebut.

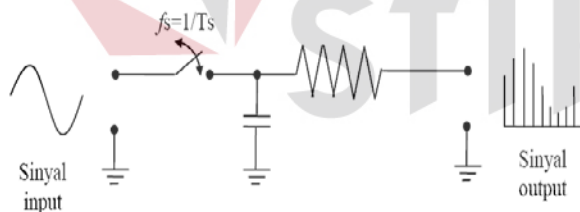
Dukungan peralatan Xwave yang di baca dengan peralatan audio record pada personal komputer mempermudah dalam mengembangkan penggunaan peralatan tersebut. Sehingga pada penelitian ini difokuskan pada proses perekaman sinyal otak menggunakan Xwave menjadi *wave form audio format* (.wav) yang dapat di ubah menjadi data-data menggunakan aplikasi Matlab.

Data hasil proses pembacaan menggunakan matlab selanjutnya dapat dianalisa sesuai dengan kebutuhan penelitian. XWave, didukung oleh teknologi NeuroSky dipatenkan eSense, sinyal diperoleh perekaman aktifitas melalui elektroda yang di tempelkan kulit tengkorak kepala ke permukaan dahi dan peralatan Xwave akan mengubah sinyal-sinyal analog menjadi digital. Dengan XWave, dapat mendeteksi tingkat perhatian dan meditasi, serta melatih pikiran untuk mengontrol sesuatu. Objek dalam permainan dapat dikendalikan, lampu di ruang dapat berubah warna tergantung pada suasana hati. (PLXDevices, 2010).

Pada penelitian ini disajikan proses perekaman gelombang sinyal otak perangkat Brain Computer Interface Xwave menggunakan PC Audio Record yang mudah dijumpai oleh pengguna komputer untuk tujuan penelitian sinyal untuk berbagai kebutuhan dan pengembangan. Brain Computer Interface yang digunakan adalah Xwave produk dari PLX-Devices berteknologi Neurosky. Data hasil rekaman disimpan dalam format *wave form audio format* (.wav).

### Proses Sampling

Untuk proses komputasi, sinyal waktu kontinyu misalnya sinyal sinus  $x(t) = A \cos(\omega t + \theta)$  harus dirubah menjadi bentuk waktu diskrit dan dilanjutkan dengan proses digitalisasi. Untuk memperoleh bentuk sinyal waktu diskrit, sinyal waktu kontinyu harus di-sampel. Sampel didapatkan setelah proses perubahan dari continues to discrete (C-to-D). Kondisi realnya secara hardware adalah menggunakan rangkaian sampling seperti Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Rangkaian Sampling

Rangkaian sampling gambar 1 tersebut merupakan sebuah ujung tombak dari sebuah analog to digital conversion (ADC). Persyaratan frekuensi sampling menurut teorema Shannon harus sama dengan atau melebihi 2 kali frekuensi sinyal yang di sample.

$$f_s > 2 \times f_i \quad (1)$$

Jika sinyal informasi yang disample memiliki komponen frekuensi beragam, misalnya untuk sinyal gelombang otak memungkinkan untuk memiliki frekuensi dari 20 sampai 4000 Hz, maka sinyal informasi tersebut bisa dituliskan sebagai:

$$x(t) = \sum_{i=1}^{i_{\max}} \sin(2\pi f_i t) \quad (2)$$

Dan persyaratan untuk frekuensi smpling menjadi:

$$f_s > 2 \times f_{\max} \quad (3)$$

Frekuensi sampling seringkali dikatakan dengan terminology *sampling rate*, yaitu jumlah sample yang diambil setiap detik,  $f_s = 1/T_s$  yang juga dikenal sebagai *Nyquist rate*.

### Brain Computer Interface

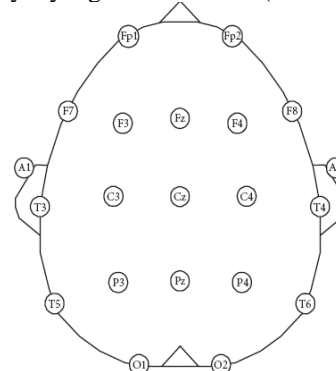
Brain Computer Interface didefinisikan sebagai sebuah sistem yang terdiri dari dua entitas : subject orang dan subject mesin. Setiap subject melakukan komunikasi dengan melalui perangkat EEG kemudian mesin melakukan response dengan suatu tindakan atau gerakan (G. Garcia et al, 2002). Proses komunikasi subject dengan cara memproduksi sinyal EEG dan mesin melakukan respon untuk mengerjakan pekerjaan. Menurut Garcia et al (2002) pada penelitiannya, sinyal yang dihasilkan oleh gelombang otak manusia dengan sebutan sinyal EEG dihasilkan oleh komputer sebagai pemroses sinyal dan aksi yang ditimbulkan di visualisasikan dalam bentuk sinyal multimedia dinamis (object 3D, gambar, Video, atau Suara).

Subject yang melakukan intruksi dalam suatu aktifitas mental untuk melakukan pengendalian terhadap tindakan yang akan dilakukan oleh komputer. Aktifitas mental dapat di tentukan berdasarkan munculnya pola sinyal EEG yang dapat di rekam.

Hubungan antara pola sinyal EEG dan perintah yang dikerjakan komputer merupakan masalah mesin-learning sejak komputer harus belajar bagaimana mengenali pola EEG diberikan. Untuk mengatasi masalah ini, fase pelatihan yang diperlukan, di mana subjek diminta untuk melakukan aktifitas dengan memikirkan sesuatu tindakan dan algoritma komputer bertanggung jawab untuk penggalan karakteristik dari pola EEG. Ketika tahap pelatihan selesai, subjek dapat mulai mengontrol tindakan komputer dengan pikirannya.

### Pengumpulan Sinyal EEG

Secara umum sinyal EEG dapat diukur dengan meletakkan elektroda pada batok kepala manusia dengan urutan peletakan elektroda mengacu pada sistem standard 10-20 seperti pada gambar-2 dan *digitally linked ears* (DLE). Voltase DLE dapat diperoleh dengan menggunakan rata-rata tegangan pada kedua telinga sebagai acuan. Kedua telinga dapat digunakan sebagai acuan sinyal karena keduanya memiliki tegangan sinyal yang relatif setabil. (McFarland, 1997).



Gambar-2. System 10-20, standard Internasional peletakan Eletroda sinyal EEG.

Menurut Garcia (2003), jika kita menyatakan  $V_e$  adalah tegangan pada salah satu elektroda, dan  $V_{A1}$  dan  $V_{A2}$  merupakan tegangan masing-masing daun telinga kiri dan kanan daun telinga, maka tegangan DLE rujukan dari elektroda e ditulis dalam persamaan 4 ketika  $V_{A1}$  dan  $V_{A2}$  dijadikan referensi fisik.

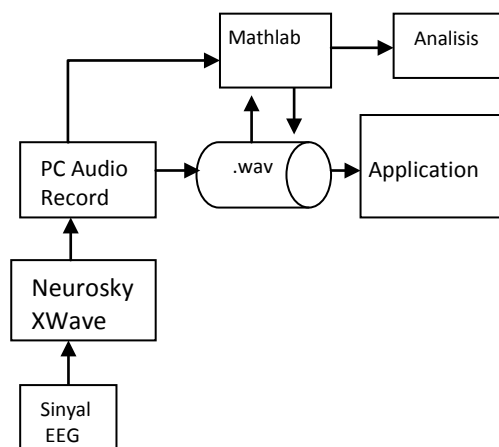
$$\begin{aligned} V_e^{DLE} &= (V_e - V_{A1}) - 0.5 (V_{A2} - V_{A1}) \\ &= V_e - 0.5 (V_{A1} + V_{A2}) \end{aligned} \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan 4 tersebut, sinyal EEG terdiri dari sinyal DLE dari masing-masing elektroda. Proses mengukur sinyal dilakukan ketika terjadi tindakan tunggal, kondisi tersebut di kenal dengan multivariate (Hair et al, 1998).

Sinyal EEG dapat di analisis setelah dilakukan proses ekstraksi pola sinyal EEG sehingga dapat ditentukan ciri khas dari sinyal untuk tindakan tertentu yang diinginkan dan proses pelatihan sendiri. Hasil dari tahap pelatihan ini adalah model yang dapat dirujuk dalam membuat suatu aplikasi. Pendekatan dapat dilakukan dengan pelatihan menggunakan feedback dan tanpa feedback.

Dari konsep yang rumit tersebut dipermudah dengan adanya elektroda kering paten dari neurosky yang dalam penggunaannya tidak perlu lagi harus meletakkan seluruh elektroda di semua posisi sistem 10-20 di batok kepala, akan tetapi cukup satu titik di dahi saja. Perangkat yang digunakan berbentuk headset yang digunakan untuk mendengarkan music. Headset ini, dapat menangkap sinyal otak dengan teknologi electroencephalography (EEG). Headset kendali otak yang diberi nama XWave ini akan membaca kombinasi sinyal yang dihasilkan sekitar 100 miliar sel-sel syaraf atau neuron otak.

Dari perangkat EEG tersebut sinyal di transfer melalui proses digital record menggunakan PC Audio multimedia dan data di simpan dalam variabel memory pada aplikasi Matlab. Untuk proses selanjutnya ekstraksi dan klasifikasi dapat dilakukan dari data hasil rekaman. Pada penelitian ini data rekaman sinyal aktifitas otak disimpan dalam file bertipe format *wave form audio format* (.wav). Desain kerja proses perekaman seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Akuisisi Sinyal

Berdasarkan pada gambar 3, sinyal intruksi yang dikeluarkan oleh otak merupakan sinyal EEG direkam oleh Xwave-Neurosky menggunakan elektroda kering. Penggunaan elektroda kering ini sangat efektif untuk digunakan karena pengguna tidak perlu harus menggunakan cairan khusus. Secara umum hasil rekaman elektroda EEG harus dikuatkan menggunakan amplifier, akan tetapi pada Xwave ini output sinyal yang dikeluarkan sudah dikuatkan sehingga tidak perlu menyediakan penguatan sinyal.

PC Audio Record merupakan interface yang umum terdapat di perangkat PC. Penggunaan antarmuka ini memudahkan pengguna dalam berbagai kebutuhan. Dari antarmuka tersebut data dapat ditangkap menggunakan audio record, dan aplikasi yang bisa membaca data dari antarmuka ini misalnya Matlab.

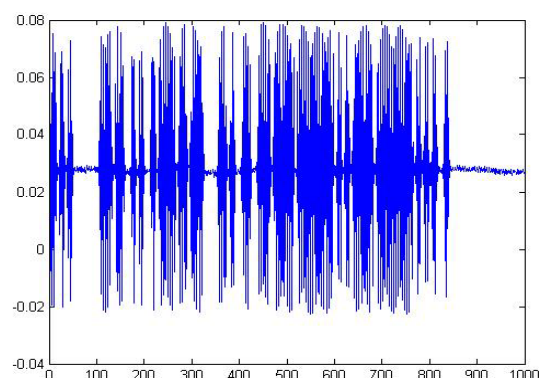
Berdasarkan komabilitas tersebut, dapat dibangun sebuah aplikasi yang dapat melakukan pemisahan sinyal sesuai dengan karakteristik yang diperlukan dalam berbagai kegiatan dalam berbagai aplikasi permainan, pelatihan konsentrasi, dan aplikasi yang bisa mengabaikan fungsi organ tubuh. Sedangkan untuk kebutuhan analisis, dapat menggunakan aplikasi matlab.

Untuk membaca sinyal dari perekaman menggunakan Matlab misalnya dengan menggunakan frekwensi sampling 10000 dan disimpan dalam dalam file bci-1.wav seperti script berikut.

```

clear all
fs=10000
vbc1 = wavrecord(5.0*fs, fs, 'double')
wavwrite(vbc1, fs, 'bci-1.wav')
  
```

Dari contoh proses perekaman tersebut selanjutnya dapat di diolah sesuai dengan proses pengolahan sinyal untuk berbagai kebutuhan penelitian. Dari contoh script tersebut dapat ditangkap sinyal interaksi gerakan tangan yang diinginkan, kerdipan mata dan gerakan atau keinginan yang mengakibatkan sinyal dapat ditimbulkan.



Sinyal yang ditampilkan tersebut masih bercampur antara instruksi satu dengan instruksi yang lain sehingga perlu dilakukan proses pemisahan sinyal berdasarkan karakteristik sinyal instruksi. Proses tersebut dinamakan proses ekstraksi ciri sinyal EEG.

Seperti penelitian yang dilakukan oleh Zhao & Zhang (2007) mendeteksi gerakan tangan sehingga dapat membantu orang cacat untuk berkomunikasi atau berinteraksi dengan komputer yang menggunakan metode Independent Component Analysis (ICA) dan Independent Residual Analysis (IRA) sebagai standard analisisnya. Dijelaskan bahwa dengan algoritma IRA dapat berhasil diketahui sumber latensi dari setiap tindakan.

## SIMPULAN

Dengan menggunakan Elektroda kering dari neurosky pada Xwave yang dimodifikasi menggunakan audio PC Record memberikan kemudahan dalam melakukan perekaman sinyal EEG tanpa harus menggunakan peratan yang rumit dan mahal. Perlu melakukan beberapa percobaan untuk mengetahui tingkat kualitas rekaman karena selain faktor hardware, faktor software juga harus diperhatikan. Faktor software ini yang sudah diujicobakan adalah perbedaan antara aplikasi record yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman tertentu, sistem operasi yang digunakan dan penggunaan matlab. Proses record sinyal EEG menggunakan matlab memudahkan dalam proses analisis lebih lanjut seperti proses ekstraksi ciri dan klasifikasi.

## DAFTAR RUJUKAN

- Bashashati et al, 2007, Toward Development of a 3-State Self-Paced Brain Computer Interface, *Hindawi Publishing Corporation Computational Intelgent and Neuroscience Journal*, Volume 2007:8.
- Blankertz et al, 2002, The non-invasive Berlin Brain computer Interface: Fast Acquisition of Effective Performance in Untrained Subject. *Elsevier Neurolimage Journal*, Volume 37:539-550.
- Niedermeyer E. and da Silva F.L. (2004). *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Lippincot Williams & Wilkins.
- G. Garcia, Touradj Ebrahimi, Jean-Marc Vesin, Joint Time-Frequency-Space Classification of EEG in a Brain-Computer Interface Application, *EUROSIP Journal on Applied Processing* 2003:7, 713-729
- D. J. McFarland, L.M.McCane, S. V. David, and J. R.Wolpaw, Spatial filter selection for EEG-based communication, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, vol. 103, no. 5, pp. 386-394, 1997.
- J. F. Hair Jr., R. E. Anderson, R. L. Tatham, and W. C. Black, *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA, 1998.
- Zhao Q. & Zhang L., Temporal and Spatial Features of Single-Trial EEG for Brain Computer Interface. *Hindawi Computational Intelgent and Neuroscience Publishing volume* 2007