

KLASIFIKASI SINYAL EEG DENGAN STIMULI AROMATIK MENGGUNAKAN METODE *SUPPORT VECTOR MACHINE*

MIRA YULIA, ANITA, CANTIKA MIRANDA

Program Studi Sistem Informasi

Fakultas Teknologi dan Ilmu Komputer Universitas Prima Indonesia

ABSTRAK

Electroencephalogram (EEG) adalah aktivitas sinyal listrik yang berasal dari elektroda yang menempel pada area otak. Aktivitas sinyal listrik dari otak menyimpan informasi penting yang menjadi sumber informasi utama dalam mendeteksi. *Support Vector Machine* (SVM) digunakan untuk mengklasifikasikan EEG sinyal untuk mendapatkan efek hasil deteksi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model SVM yang dapat menentukan data EEG untuk subyek berpengaruh atau tidak. Dalam rekaman EEG, sinyal yang diterima tidak seluruhnya berasal dari otak tapi mungkin terkontaminasi oleh sinyal lain. Jadi untuk mendapatkan informasi yang tepat, lakukan pemrosesan sinyal digital pada sinyal EEG, dan menggunakan aromatik untuk membuat kenyamanan saat tidur.

Kata Kunci : EEG, aromaterapi, Support Vector Machine

1. PENDAHULUAN

Tidur merupakan kebutuhan dasar manusia yang ditandai dengan aktivitas fisik yang minimal, penurunan kesadaran, perubahan proses fisiologi tubuh dan penurunan respon terhadap rangsangan dari luar. Tidur mempunyai manfaat besar bagi tubuh antara lain dapat mengembalikan keseimbangan dan aktivitas saraf pusat pada level normal. Tidur juga bermanfaat untuk sintesis protein yang memungkinkan terjadinya proses perbaikan. Secara garis besar tidur dapat dibagi menjadi dua fase, yaitu fase *Rapid Eye Movement* (REM) dan fase *Nonrapid Eye Movement* (NREM). NREM merupakan tahap awal tidur ringan yang ditandai dengan pergerakan bola mata yang terhenti, suhu tubuh menurun, detak jantung melambat, serta sama sekali tidak ada aktivitas otot di beberapa bagian tubuh, sedangkan REM merupakan tahap yang ditandai pergerakan bola mata cepat, hilangnya kekuatan otot dan mimpi yang tampak nyata.

Umumnya orang dewasa membutuhkan waktu untuk tidur selama 7-8 jam setiap harinya. Apabila waktu tidur tidak terpenuhi dengan baik maka akan memberikan dampak yang buruk pada kesehatan dan dapat mempengaruhi kualitas tidur seseorang serta munculnya gangguan tidur lainnya. Orang yang mengalami gangguan tidur, akan mengakibatkan konsentrasi menjadi menurun, daya tahan melemah, juga memicu terserangnya berbagai penyakit berbahaya seperti kanker, stroke, dan *narcolepsy*. Selama tertidur, seseorang mengistirahatkan beberapa organ tubuhnya, salah satunya adalah otak dimana otak manusia akan tetap bekerja, terutama saat bermimpi. Otak akan bekerja layaknya sedang melakukan aktivitas di siang hari. Dari fakta inilah, kita bisa mengetahui kondisi tubuh dan kualitas tidur seseorang melalui sinyal otaknya. Sinyal otak yang biasa disebut *electroencephalograph* (EEG) memiliki frekuensi yang berbeda-beda sesuai dengan

aktivitas yang sedang dilakukan, baik itu saat tidur ataupun terjaga. Sinyal ini memiliki gelombang amplitudo tegangan yang rendah, yaitu pada orde *microvolt* dalam rentang 100 μV -1 mV. Otak manusia juga menghasilkan lima buah sinyal EEG, yaitu Gamma (30Hz – 50Hz), Beta (13Hz – 30Hz), Alpha (8Hz – 13Hz), Theta (4Hz – 8Hz) dan Delta (0,5Hz – 4Hz).

Tidur NREM dan REM

Tidur NREM adalah tahap tidur yang tenang ditandai dengan denyut jantung dan frekuensi pernafasan yang stabil dan lambat serta tekanan darah yang rendah. Tidur NREM dibagi menjadi 4 tahap berdasarkan pola gelombang otak yang muncul. Tahap 1 gelombang otak menjadi kecil dan tidak beraturan dan merasa bahwa seseorang berada pada ujung kesadaran dan dalam keadaan tidur ringan. Bila dibangunkan kembali maka seseorang masih dapat mengingat fantasi-fantasi atau beberapa gambar visual yang dilihat. Tahap ke 2 otak manusia terkadang menghasikan rentetan singkat gelombang yang cepat dan memiliki puncak gelombang yang tinggi, hal ini disebut sebagai *sleep spindle* dan gangguan suara kecil mungkin tidak akan mengganggu tidur seseorang. Tahap ke 3 ini sebagai tambahan gelombang yang menjadi karakteristik pada tahap sebelumnya. Otak manusia akan menghasilkan gelombang delta yang sangat lambat dengan puncak yang cukup tinggi. Pernafasan dan detak jantung akan melambat dan otot akan melemas atau rileks dan pada tahap ini mungkin seseorang sudah susah untuk dibangunkan. Yang terakhir pada tahap ke 4 dimana gelombang delta sudah mengambil alih sebagian besar aktivitas dan seseorang akan berada dalam tidur malam. Terjadinya rangkaian tahap ini berlangsung selama 30-45 menit.

Electroencephalogram (EEG)

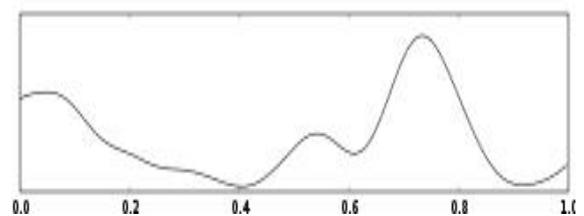
suatu kegiatan merekam aktivitas otak secara spontan dalam bentuk potensial sinyal elektrik sepanjang kulit kepala yang diproduksi oleh neuron yang saling terhubung. Kalangan kedokteran menggunakan EEG antara lain untuk diagnosa penyakit yang berhubungan dengan kelainan otak dan kejiwaan. EEG juga diaplikasikan untuk mendeteksi pola pikiran atau kondisi mental seseorang. Pengamatan visual terhadap sinyal EEG secara langsung sangat sukar mengingat amplitudo sinyal EEG demikian rendah dan polanya yang sangat kompleks. Disamping itu sinyal EEG sangat dipengaruhi oleh berbagai variabel, antara lain kondisi mental, kesehatan, aktivitas dari pasien, lingkungan perekaman, gangguan listrik dari organ tubuh lain, rangsangan luar, dan usia dari pasien. Sifat sinyal EEG pada umumnya adalah non stasioner dan random sehingga menambah kompleksitas dalam pengolahan sinyal EEG.

Gelombang Otak

Gelombang otak manusia memiliki rentang frekuensi dan amplitudo berbeda – beda sehingga terbagi menjadi beberapa jenis gelombang seperti

1. Gelombang Delta

Bentuk gelombang delta memiliki frekuensi gelombang yang bernilai < 4 Hz dengan amplitudo tegangan mencapai 10 V. Gelombang ini dihasilkan ketika seseorang tertidur lelap, tanpa mimpi.

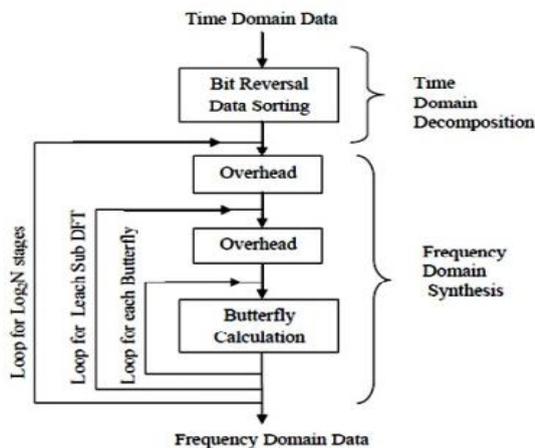


kemampuan untuk menganalisis sinyal *singledan* multidimensional, terutama jika sinyal tersebut memiliki informasi yang berbeda-beda di tiap waktunya. Representasi wavelet adalah *multiscale* dari dekomposisi sinyal, yang dapat kita anggap sebagai pohon, dimana di tiap level menyimpan proyeksi sinyal ke dalam fungsi basisnya ke dalam resolusi tertentu atau dengan kata lain wavelet mengubah nilai menjadi serangkaian koefisien tertentu.

$$\psi_{s,\tau}(x) = \frac{1}{\sqrt{s}} \psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right)$$

Fast Fourier Transform (FFT)

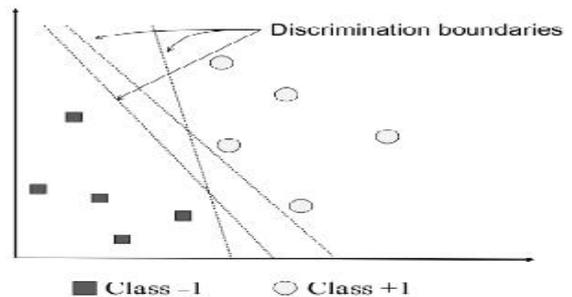
Fourier Transform (FT) merupakan metode untuk kompresi sinyal dan gambar yang diuraikan dari sinyal yang didefinisikan dari interval waktu yang tak terbatas ke komponen frekuensi alpha. FT merupakan seri lanjutan dari *Fourier*. *Fast Fourier Transform* merupakan suatu algoritma yang lebih cepat dan efisien untuk menghitung *Discrete Fourier Transform* (DFT). Metode FFT dapat dilakukan dalam domain waktu dan frekuensi. Oleh karena itu kinerja FT lebih mengungguli kemampuan kinerja WT dari kebanyakan sinyal, baik *stationary* maupun *non stationary*.

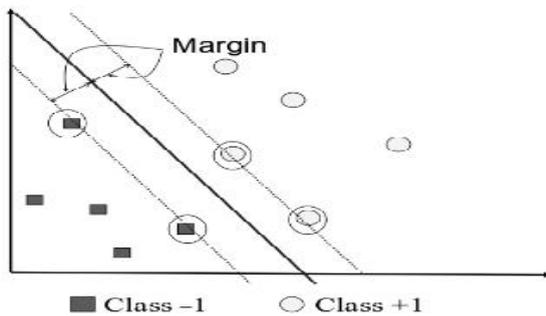


Gambar Diagram Alur FFT

Metode SVM

Support vector machine (SVM) adalah suatu teknik untuk melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi, yang sangat populer belakangan ini. SVM berada dalam satu kelas dengan ANN dalam hal fungsi dan kondisi permasalahan yang bisa diselesaikan. Keduanya masuk dalam kelas supervised learning. *Support Vector Machine* (SVM) dikembangkan oleh Boser, Guyon, Vapnik. Pertama kali dipresentasikan pada tahun 1992 di *Annual Workshop on Computational Learning Theory*. Konsep dasar SVM sebenarnya merupakan kombinasi harmonis dari teori-teori komputasi yang telah ada puluhan tahun sebelumnya, seperti *margin hyperplane* (Duda & Hart, 1973; Vapnik, 1964), kernel diperkenalkan oleh Aronszajn tahun 1950, dan demikian juga dengan konsep-konsep pendukung yang lain. Konsep SVM dapat diartikan secara sederhana sebagai teknik untuk mencari hyperplane terbaik yang berfungsi untuk memisahkan dua buah class pada input. Pada Gambar diperlihatkan beberapa pattern yang merupakan anggota dari dua buah class pada input, yaitu : class +1 dan class -1. Pattern class +1 disimbolkan dengan lingkaran sedangkan untuk class -1 disimbolkan dengan kotak. Problem klasifikasi dapat diterjemahkan dengan usaha untuk mencari *hyperplane* terbaik yang memisahkan antara kedua kelompok class.





Gambar SVM hyperplane terbaik yang memisahkan kedua class -1 dan +1

Hyperplane pemisah terbaik antara kedua *class* dapat ditentukan dengan mengukur *margin hyperplane* tersebut dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antar *hyperplane* tersebut dengan pattern terdekat dari masing-masing *class*. Pattern yang paling dekat ini disebut *support vector*. Garis solid pada Gambar 2.6.(b) menunjukkan *hyperplane* terbaik, yaitu yang terletak tepat pada tengah-tengah kedua *class*. Usaha untuk mencari lokasi *hyperplane* terbaik merupakan inti dari proses pembelajaran pada SVM.

Data yang tersedia dinotasikan sebagai $\vec{x}_i \in \mathbb{R}^d$, sedangkan label masing-masing dinotasikan $y_i = \{+1, -1\}$ untuk $i = 1, 2, \dots, l$. Yang mana l adalah banyaknya data. Diasumsikan kedua *class* -1 dan +1 dapat terpisah secara sempurna oleh *hyperplane* berdimensi d , yang didefinisikan:

$$\vec{w} \cdot \vec{x} + b = 0$$

Pattern \vec{w} yang termasuk *class* -1 (sampel negatif) dapat dirumuskan sebagai pola yang memenuhi pertidaksamaan

$$\vec{w} \cdot \vec{x} + b \leq -1$$

Sedangkan pattern \vec{w} yang termasuk *class* +1 (sampel positif)

$$\vec{w} \cdot \vec{x} + b \geq +1$$

Margin terbesar dapat ditemukan dengan memaksimalkan nilai jarak antara *hyperplane* dan titik terdekatnya, yaitu $\frac{1}{\|\vec{w}\|}$.

Hal ini dapat dirumuskan sebagai *Quadratic Programming* (QP) problem, yaitu mencari titik minimal persamaan (2.7), dengan memperhatikan constraint persamaan (2.8)

$$\min_{\vec{w}} \tau(\vec{w}) = \frac{1}{2} \|\vec{w}\|^2,$$

$$y_i(\vec{x}_i \cdot \vec{w} + b) - 1 \geq 0, \forall i$$

Problem ini dapat dipecahkan dengan berbagai teknik komputasi, diantaranya *Lagrange Multiplier*.

$$L(\vec{w}, b, \alpha) = \frac{1}{2} \|\vec{w}\|^2 - \sum_{i=1}^l \alpha_i (y_i(\vec{x}_i \cdot \vec{w} + b) - 1)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, l$.

α_i adalah *Lagrange Multiplier*, yang bernilai nol atau positif ($\alpha_i \geq 0$). Nilai optimal dari persamaan xx dapat dihitung dengan meminimalkan L terhadap \vec{w} dan b , dan memaksimalkan L terhadap α_i . Dengan memperhatikan sifat bahwa pada titik optimal gradient L=0, persamaan 2.9 dapat dimodifikasi sebagai maksimalisasi problem yang hanya mengandung α_i saja, sebagaimana persamaan 2.10.

$$\sum_{i=1}^l \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^l \alpha_i \alpha_j y_i y_j \vec{x}_i \cdot \vec{x}_j$$

dimana

$$\alpha_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, l) \sum_{i=1}^l \alpha_i y_i = 0$$

Dari hasil perhitungan ini diperoleh α_i yang kebanyakan bernilai positif. Data yang berkorelasi dengan α_i yang positif inilah yang disebut *support vector* (Nugroho, dkk. 2003).

SVM mendukung pengembangan teori pembelajaran komputasi. Karena akurasi dan kemampuan untuk menangani sejumlah besar prediksi, SVM memiliki perhatian lebih dalam bidang aplikasi biomedis. Mayoritas dari metode pengklasifikasian sebelumnya memisahkan ruang menggunakan *hyperplanes* yang membagi ruang, menggunakan bidang datar, dalam ruang waktu. SVM memperluas konsep pemisahan *hyperplane* data yang tidak dapat dipisahkan secara

linear, dengan pemetaan prediktor yang baru, dimensi ruang yang lebih tinggi dapat dipisahkan secara linear oleh SVM.

Aromaterapi

Aromaterapi merupakan salah satu terapi komplementer yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas tidur. Aromaterapi memiliki efek menenangkan atau rileks untuk beberapa gangguan misalnya mengurangi kecemasan, ketegangan dan insomnia. Aromaterapi dijadikan salah satu terapi penyembuhan yang melibatkan pemakaian minyak asiri murni yang disuling dari berbagai bagian tanaman, bunga, maupun pohon yang masing-masing mengandung sifat terapi yang berlainan. Ada berbagai macam jenis aromaterapi yang bisa digunakan untuk terapi, antara lain *Cajeput*, *Chamomile*,

Lemon, *Basil*, *Orange Blossom*, *Lavender*, dan lain-lain. Dimana dari bermacam-macam minyak tersebut memiliki khasiat yang berbeda. Salah satu dari berbagai jenis aromaterapi tersebut adalah *Lavender (Lavendula Angustifolia)*. *Lavender* memiliki kandungan kimia *linalyl* atau *linalool ester* yang berkhasiat menenangkan.

Design Eksperimen

Eksperimen ini sebelumnya telah dilakukan oleh mahasiswa dari Universitas Maranatha dan Universitas Telkom Indonesia. Dari eksperimen tersebut menghasilkan *raw data* EEG yang penulis gunakan sebagai inputan untuk pengolahan menggunakan metode klasifikasi *Support Vector Machine*.

Tabel Design Eksperimen

Eksperimen EEG	
Durasi : 54 – 90 menit / eksperimen	
Tempat : Laboratorium Seksi Rekayasa Instrumentasi UPT Balai Pengembangan Instrumentasi – LIPI	
Alat	<p>a. MITSAR EEG sebagai perangkat untuk merekam sinyal eeg yang memiliki 33 elektroda yang sudah berbentuk <i>electro - cap</i> dan 1 titik referensi. Gambar menunjukkan perangkat MITSAR EEG.</p>  <p style="text-align: center;">Gambar Perangkat MITSAR EEG</p> <p>b. Aromaterapi lavender dan sandalwood beserta tungku bakar, sebagai stimulus eksperimen. Gambar 3.3 menunjukkan perangkat aromaterapi.</p>



Gambar Perangkat Aromaterapi

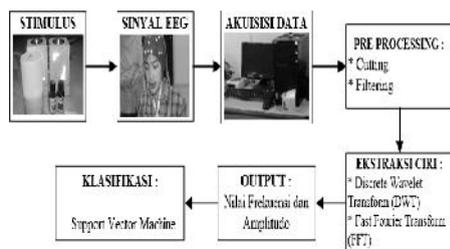
Software	<p>a. Perangkat lunak WinEEG, untuk mengakuisisi dan merekam sinyal EEG dari sensor MITSAR, sehingga diperoleh file data yang akan diolah selanjutnya.</p> <p>b. Perangkat lunak Matlab, untuk mengolah file data sinyal yang diperoleh dari proses akuisisi sinyal.</p>
Bahan	<p><i>Electro gel</i>, untuk meningkatkan konduktivitas elektroda terhadap sinyal EEG. Gambar 3.4 menunjukkan <i>electro gel</i> yang digunakan.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Gambar <i>Electro gel</i></p>
Penunjang	<p>a. Dua buah meja. Meja pertama digunakan sebagai tempat tidur subjek, sedangkan meja kedua digunakan untuk monitoring pengambilan data.</p> <p>b. Satu buah kursi untuk subjek.</p> <p>c. Kasur lipat, bantal, guling, dan selimut sebagai pelengkap.</p> <p>d. Satu set komputer untuk memonitor proses perekaman data.</p> <p>e. Dua buah kamera untuk merekam kondisi fisik subjek saat eksperimen.</p> <p>f. AC</p>
Subjek	<p>Jumlah : 6 orang</p> <p>Jenis Kelamin : Laki – laki</p> <p>Kondisi : Normal, sehat, tidak ada gangguan tidur</p> <p>Usia : 21 – 22 tahun</p> <p>Pekerjaan : Mahasiswa</p>
Kondisi Lingkungan	<p>a. Ruangan tidak diberi cahaya lampu / gelap.</p> <p>b. Ruangan ber-AC dengan suhu 24°C.</p> <p>c. Suasana ruangan hening dan tenang.</p>
Pengamatan	Visual, melalui rekaman video kamera dan software WinEEG
<p>Channel elektroda yang digunakan untuk penelitian sebanyak 19 channel, diantaranya adalah Fp1, Fp2, F7, F3, F2, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, P2, P4, T6, O1, O2, A1 dan A2. Gambar 3.5 menunjukkan pola titik ukur EEG pada subjek.</p>	

Kualitas Tidur

Kualitas tidur merupakan konstruksi klinis yang penting dalam proses tidur. Hal ini dikarenakan keluhan akankualitas tidur umum terjadi di masyarakat dan kualitas tidur yang buruk merupakan gejala dari adanya gangguan tidur dan penyakit lainnya. Kualitas tidur yang baik akan tercapai jika tidur dapat menghasilkan kesegaran dan kebugaran di saat terbangun. Kualitas tidur mencakup aspek kuantitatif dari tidur, seperti durasi tidur, latensi tidur serta aspek subjektif, seperti tidur dalam dan istirahat. Kualitas tidur adalah karakteristik subjektif dan seringkali ditemukan oleh perasaan energik atau tidak setelah bangun tidur. Kualitas tidur adalah kepuasan terhadap tidur, sehingga orang tersebut tidak memperlihatkan perasan lelah, mudah gelisah, lesu dan apatis, kehitaman di sekitar mata, kelopak mata bengkak, konjungtiva merah, perhatian terpecah, sakit kepala dan sering menguap atau mengantuk.

2. METODE PENELITIAN

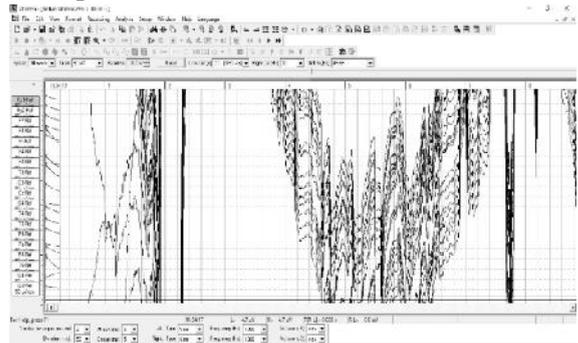
Metode penelitian yang dilakukan meliputi proses pemberian stimulus aromaterapi pada subjek, pengambilan data sinyal EEG, akuisisi data, *pre processing*, proses ekstraksi ciri dan pengklasifikasi SVM. Output yang dihasilkan berupa nilai amplitudo dan frekuensi maksimal dari sinyal EEG subjek. Proses lebih lanjutnya adalah diperolehnya data pengaruh aromaterapi terhadap kualitas tidur subjek.



Gambar Diagram Blok Alur Metode Penelitian

Akuisisi Data Eksperimen

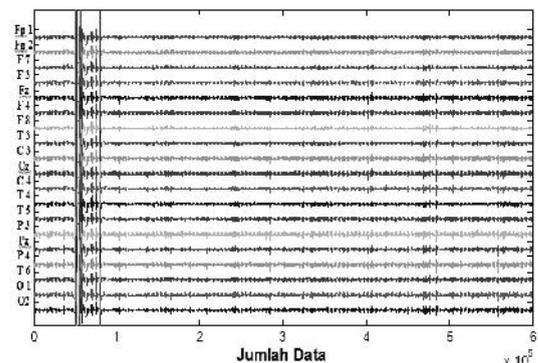
Data akuisisi merupakan suatu data hasil dari pengukuran sinyal elektrik dari perangkat ukur, yang kemudian data tersebut akan dimasukkan ke komputer untuk diproses. Proses dari akuisisi pada umumnya melibatkan proses pengambilan sinyal dan mengolahnya untuk memperoleh informasi.



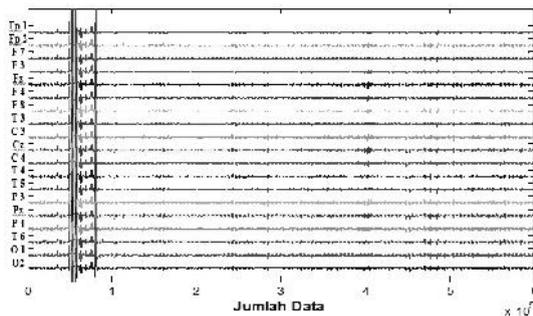
Gambar Sinyal EEG Subjek 1 Tanpa Stimulus Bagian Pertama

Pengolahan Sinyal

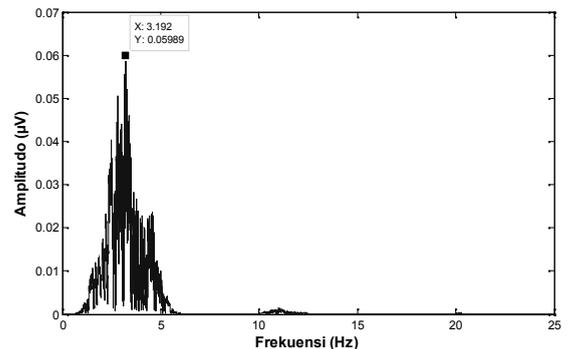
Proses pengolahan sinyal pada eksperimen ini terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap *pre-processing* dan ekstraksi ciri. Pada tahap *pre-processing*, sinyal akan melewati proses *cutting* dan *filtering*. Sedangkan pada tahap ekstraksi ciri akan dilakukan metode *Discrete Wavelet Transform* dan *Fast Fourier Transform*.



Gambar Raw Data EEG Subjek 1 Tanpa Stimulus Bagian Pertama Pemotongan 20 menit



Gambar Sinyal EEG Subjek 1 Tanpa Stimulus Bagian Pertama Pemotongan 20 Menit Setelah Filtering Dengan Frekuensi Gelombang Delta



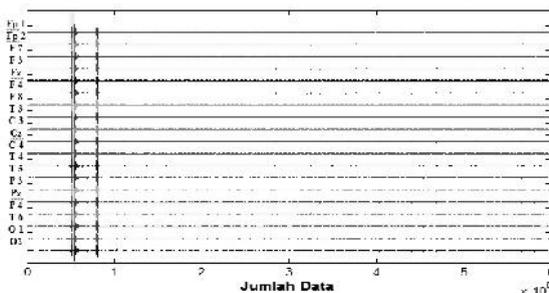
Gambar Nilai Amplitudo dan Frekuensi Maksimal Gelombang Alpha Subjek 1 Tanpa Stimulus Bagian Pertama Pemotongan 20 Menit

Ekstraksi ciri

Pada tahap ekstraksi ciri terdapat 2 metode yang digunakan, yaitu *Discrete Wavelet Transform* dan *Fast Fourier Transform*. DWT digunakan untuk memisahkan data menjadi beberapa komponen yang berbeda dan mempelajari tiap-tiap komponen sesuai dengan resolusi yang tepat dan skalanya masing-masing. Sedangkan FFT digunakan untuk kompresi sinyal yang diuraikan dari sinyal dengan interval waktu dan komponen frekuensi.

Tabel Nilai Amplitudo Dan Frekuensi Gelombang Alpha Tanpa Stimulus Pemotongan 20 Menit Hasil Ekstraksi Fitur Dengan DWT Dan FFT.

Subjek	Amplitudo (Pertama)	Frekuensi (Pertama)	Amplitudo (Tengah)	Frekuensi (Tengah)	Amplitudo (Terakhir)	Frekuensi (Terakhir)
S1	0.059894	3.191942	0.031466	3.22532	0.030401	3.315442
S2	0.013034	3.22389	0.013674	3.119463	0.015782	3.924914
S3	0.007871	3.11594	0.047808	3.20434	0.024557	3.09419
S4	0.01194	3.184789	0.013483	3.158563	0.009543	3.242963
S5	0.00779	3.650658	0.00954	3.108019	0.013398	3.048414
S6	0.010176	2.947802	0.016388	3.148073	0.012724	2.439017



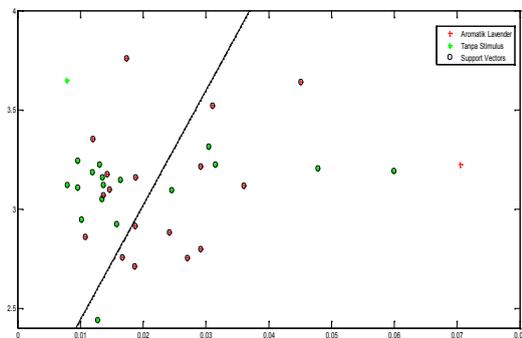
Gambar 3.29 Sinyal EEG Subjek 1 Tanpa Stimulus Bagian Pertama Setelah Filtering Dengan Frekuensi Gelombang Delta Dan Ekstraksi DWT

Hasil Klasifikasi SVM

Fitur data yang dihasilkan dari tahap *pre-processing* berupa amplitudo dan frekuensi. Pada tahap selanjutnya amplitudo dan frekuensi yang diperoleh diklasifikasikan menggunakan metode SVM, hasil dari klasifikasi dengan metode SVM tersebut terbagi menjadi 2 kelas/kelompok yaitu 0 dan 1. Untuk hasil klasifikasi yang bernilai 0 menunjukkan bahwa sampel data tersebut tidak terklasifikasi dan untuk yang bernilai 1 menunjukkan bahwa sampel data tersebut terklasifikasi. Selain diperolehnya hasil klasifikasi diperoleh juga akurasi model dari metode SVM.

Tabel Hasil Klasifikasi SVM Gelombang Theta Tanpa Stimulus Pemotongan 18 Menit

Subjek	Hasil Klasifikasi Bagian Pertama	Keterangan Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi Bagian Tengah	Keterangan Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi Bagian Terakhir	Keterangan Hasil Klasifikasi
S1	1	Terdasarkan	0	Tidak Terklasifikasi	0	Tidak Terklasifikasi
S2	1	Terdasarkan	1	Terklasifikasi	1	Terklasifikasi
S3	1	Terdasarkan	1	Terklasifikasi	1	Terklasifikasi
S4	1	Terdasarkan	1	Terklasifikasi	1	Terklasifikasi
S5	1	Terdasarkan	1	Terklasifikasi	1	Terklasifikasi
S6	1	Terdasarkan	1	Terklasifikasi	1	Terklasifikasi
Akurasi Model SVM (%)						88,9%



Gambar Hasil Plot SVM Gelombang Alpha Tanpa Stimulus & Stimulus Aromatik Lavender

KESIMPULAN

1. Tanpa stimulus : dapat diketahui kualitas tidur subjek secara normal.
2. Stimulus aromaterapi lavender subjek dapat tidur lebih nyenyak dan dapat meningkatkan kualitas tidur subjek.
3. Stimulus aromaterapi sandalwood tidur subjek akan kurang nyenyak karena bau dari aromaterapi sandalwood sangat menyengat dan mengganggu.
4. Berdasarkan hasil klasifikasi yang dilakukan, subjek eksperimen yang tidur tanpa aromaterapi serta yang diberi aromaterapi lavender mengalami tidur ringan sedangkan yang diberi aromaterapi sandalwood kurang mempengaruhi kualitas tidur subjek sehingga subjek tidak mengalami tidur ringan maupun tidur pulas.

5. Klasifikasi menggunakan *support vectro machine* menghasilkan 3 model svm dengan akurasi sebesar 72,2 %, 83,3 %, dan 88,9 %, . Dari hasil tersebut model SVM dengan akurasi 88,9 % yang digunakan sebagai data klasifikasi. Metode SVM dapat diterapkan untuk melihat kenyamanan terhadap tidur menggunakan stimuli aromatik dan non aromatik.

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Jika memungkinkan perlu dilakukan pengulangan eksperimen pada data akuisisi yang kurang dari 90 menit, agar data dapat diteliti di setiap tahap tidur.
2. Eksperimen dilakukan di tempat yang jauh lebih tenang tanpa ada gangguan luar lainnya seperti ransangan suara yang dapat mempengaruhi tidur subjek selama berlangsungnya eksperimen.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chen, L., L. Li, and L. Xiao. "Differences of EEG between Eyes-Open and Eyes-Closed States Based on Autoregressive Method." *Journal Of Electronic Science*
2. Technology Of China, 2009: 175-179. [2] Roesler, Oliver, dan David Suendermann. "A First Step towards Eye State Prediction Using EEG." in *Proceedings of International Conference on Applied Informatics for Health and Life Science*. Istanbul: Turkey, 2013.
3. Z. H. Murat, M. N. Taib, S. Lias, R. S. S. A. Kadir, N. Sulaiman, and M. Mustafa, "EEG Analysis for Brainwave Balancing Index (BBI)," 2010 2nd Int. Conf. Comput. Intell. Commun. Syst. Netw., pp. 389–393, Jul. 2010.

4. S. Cososchi, R. Strungaru, A. Ungureanu, and M. Ungureanu, "EEG features extraction for motor imagery.," Conf. Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Conf., vol. 1, pp. 1142–5, Jan. 2006.
5. K. Polat and S. Güneş, "Classification of epileptiform EEG using a hybrid system based on decision tree classifier and fast Fourier transform," Appl. Math. Comput., vol. 187, no. 2, pp. 1017–1026, Apr. 2007.
6. Jorge Baztarrica Ochoa, EEG Signal Classification for Brain Computer Interface Applications, March 28th, 2002.
7. Rajesh Kannan. Megalingam, Athul. Asokan Thulasi, Rithun. Raj Krishna, Manoj. Katta Venkata, Ajithesh. Gupta B V, Tatikonda. Uday Dutt, Thought Controlled Wheelchair Using EEG Acquisition Device, 3rd International Conference on Advancements in Electronics and Power Engineering (ICAEPE'2013) January 8-9, 2013 Kuala Lumpur (Malaysia).
8. Boyu Wang, Feng Wan, Peng Un Mak, Pui In Mak, and Mang I Vai, Member IEEE, EEG Signals Classification for Brain Computer Interfaces Based on Gaussian Process Classifier, May, 2009