

TUGAS AKHIR - TJ 141502

**KLASTERING EMOSI BERDASARKAN GELOMBANG  
OTAK SINYAL EEG MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS  
CLUSTERING***

Delvina Aulia Fasich  
NRP 2913 100 027

Dosen Pembimbing  
Dr. Diah Puspito Wulandari, ST., M.Sc.  
Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**TUGAS AKHIR - TJ 141502**

**KLASTERING EMOSI BERDASARKAN GELOMBANG  
OTAK SINYAL EEG MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS*  
*CLUSTERING***

Delvina Aulia Fasich  
NRP 2913 100 027

Dosen Pembimbing  
Dr. Diah Puspito Wulandari, ST., M.Sc.  
Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**FINAL PROJECT - TJ 141502**

**CLUSTERING OF HUMAN EMOTION BASED ON  
BRAIN WAVE EEG SIGNALS USING FUZZY C-  
MEANS CLUSTERING**

Delvina Aulia Fasich  
NRP 2913 100 027

Advisor  
Dr. Diah Puspito Wulandari, ST., M.Sc.  
Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc.

Departement of Computer Engineering  
Faculty of Electrical Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2017

# PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi (sebagian maupun keseluruhan) tugas akhir saya dengan judul “**Klastering Emosi Berdasarkan Gelombang Otak Sinyal EEG Menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering***” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017

Delvina Aulia Fasich

NRP. 2913100027

# LEMBAR PENGESAHAN

## Klastering Emosi Berdasarkan Gelombang Otak Sinyal EEG Menggunakan Fuzzy C-Means Clustering

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh : Delvina Aulia Fasich (NRP: 2913100027)

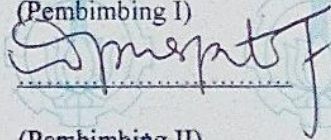
Tanggal Ujian : 13 Juli 2017

Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh:

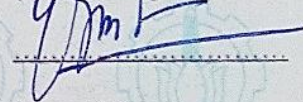
Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.  
NIP: 198012192005012001

(Pembimbing I)



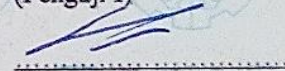
Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar S., M.Sc.  
NIP: 195409251978031001

(Pembimbing II)



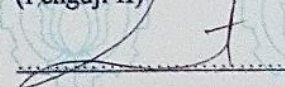
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.  
NIP: 196806011995121009

(Penguji I)



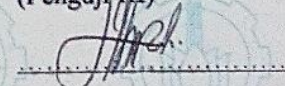
Ahmad Zaini, S.T., M.T.  
NIP: 197504192002121003

(Penguji II)



Muhtadin, S.T., M.Sc.  
NIP: 198106092009121003

(Penguji III)



Mengetahui

Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T.  
NIP. 196907301995121001

# ABSTRAK

- Nama Mahasiswa : Delvina Aulia Fasich  
Judul Tugas Akhir : Klastering Emosi Berdasarkan Gelombang Otak Sinyal EEG Menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering*  
Pembimbing : 1. Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.  
2. Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto M.Sc.

Berdasarkan ilmu psikologi, emosi berpengaruh besar terhadap kualitas dan kuantitas dari aktivitas individu. Keadaan emosi individu dapat dilihat secara nyata melalui ekspresi wajah maupun nada bicara. Selain melalui fitur wajah maupun fitur suara, identifikasi emosi juga bisa dilakukan melalui gelombang otak. Pada tugas akhir ini penulis menggunakan sinyal *electroencephalogram* sebagai *input* untuk melakukan klastering emosi. Sinyal *electroencephalogram* ini dipilih karena dapat merekam emosi sebenarnya dari individu. Dengan menggunakan pengukuran statistik pada domain waktu sinyal, fitur-fitur yang terdapat dalam sinyal EEG dijadikan acuan untuk melakukan klastering emosi. Fitur didapatkan dari delapan *channel* yaitu *channel* F8, T7, CP1, CP2, P7, FC2, F4 dan AF3. Emosi yang diolah dan dianalisis yaitu senang, sedih, puas, terkejut, terlindung, tidak peduli, marah dan takut berdasarkan parameter *valence*, *arousal* dan *dominance*. Klastering sinyal dilakukan dengan menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering*. Banyaknya *cluster* menunjukkan banyaknya emosi yang akan dikenali. Penelitian ini menghasilkan nilai *output* berupa sistem yang dapat mengelompokkan emosi. Nilai akurasi tertinggi didapatkan pada kondisi  $C=2$  pada kombinasi *channel* F8, T7, CP1, CP2, P7, FC2 dan F4 dengan nilai akurasi *rand index* 60.31%

Kata Kunci : Emosi, *Electroencephalogram*, Sinyal Domain Waktu, *Fuzzy C-Means Clustering*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# ABSTRACT

*Name* : Delvina Aulia Fasich  
*Title* : *Clustering of Human Emotion Based on Brain Wave EEG Signals Using Fuzzy C-Means Clustering*  
*Advisors* : 1. Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.  
2. Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto M.Sc.

*In psychology, emotions greatly affect the quality and quantity of individual activities. The emotional state of an individual can be seen through the real expression of the face and tone of speech. Other than using facial features as well as voice features, emotional recognition can also be done based on brain wave signal. In this final project author use electroencephalogram signal as input to do cluster some of human emotion. This electroencephalogram signal is chosen because it can record the actual emotions of the individual. Using statistical measurements in time domain signal, the features contained in EEG signals were used to cluster emotions. Features obtained from eight channels which are F8, T7, CP1, CP2, P7, FC2, F4 and AF3. Emotions that were processed and analyzed are happy, sad, satisfied, surprised, protected, unconcerned, angry and frightened based on parameters valence, arousal and dominance. The signal clustering was performed using Fuzzy C-Means Clustering. The number of clusters shows the number of emotions to be recognized. This research produces an output value of a system that can clustering emotions. The highest accuracy is obtained when  $C=2$  in combination of channel F8, T7, CP1, CP2, P7, FC2 and F4 with 60.31% of rand index accuration value*

*Keywords* : *Emotion, Electroencephalogram, Time domain signal, Fuzzy C-Means Clustering*



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul **Klastering Emosi berdasarkan Gelombang Otak Sinyal EEG Menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering*** .

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer ITS, Bidang Studi Telematika, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga terutama mama dan ayah yang selalu memberikan dukungan spiritual dan material, love you always. Nenek yang selalu mendoakan kesuksesan cucu-cucunya. Mbak sofie, Egik dan Hanif terima kasih atas dukungannya. .
2. Bapak Kepala Departemen Teknik Komputer Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T. dan bapak-ibu dosen pengajar Bidang Studi Teknik Komputer dan Telematika, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
3. Dr. Diah Puspito Wulandari, ST., M.Sc. yang selalu membimbing dengan sabar dan selalu memotivasi. Terima kasih Bu.
4. Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto M.Sc. yang selalu mengingatkan ketika ada kesalahan di presentasi dan memberi saran bagaimana cara menjelaskan isi dari presentasi dengan baik. Terima kasih Pak.
5. Teman-teman seperjuangan satu bimbingan topik sinyal, Hasbiya, Umen, Ima, Sukma dan Nopek yang berjuang sama-sama dari nol sampai lulus.

6. Teman-teman seangkatan Departemen Teknik Komputer dan Teknik Elektro. Terima kasih kebersamaannya, canda tawanya, suka dukanya selama empat tahun.
7. Teman-teman Rupiah, Mila, Arab, Aini, Anggi, Sita, Nancul, Mama, Dindis, makasih dukungannya dari SMA sampai sekarang. Terima kasih banyak. Semoga cepat lulus semua, sukses semua. Don't ever change girls,

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Permasalahan . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Sistematika Penulisan . . . . .	3
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 Emosi . . . . .	5
2.1.1 Model <i>Arousal</i> dan <i>Valence</i> . . . . .	5
2.2 <i>Electroencephalography</i> (EEG) . . . . .	7
2.3 Sinyal Domain Waktu . . . . .	9
2.4 <i>Fuzzy C-Means Clustering</i> . . . . .	12
2.5 <i>Silhouette Index</i> . . . . .	14
2.6 <i>Rand Index</i> . . . . .	16
<b>3 DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM</b>	<b>17</b>
3.1 Desain Sistem . . . . .	17
3.1.1 Sinyal EEG . . . . .	18
3.1.2 <i>Self Rating</i> . . . . .	20
3.1.3 Pemilihan Data . . . . .	21
3.1.4 Pemilihan <i>Channel</i> . . . . .	22
3.2 Ekstraksi Fitur . . . . .	24
3.3 Klastering Sinyal . . . . .	25

<b>4</b>	<b>PENGUJIAN DAN ANALISA</b>	<b>29</b>
4.1	Mekanisme Pengujian . . . . .	29
4.2	Hasil Pengujian . . . . .	30
4.2.1	DEAP Dataset . . . . .	30
4.2.2	Ekstraksi Fitur . . . . .	32
4.3	Analisis Pengujian . . . . .	36
4.3.1	Pengujian terhadap $C$ . . . . .	36
4.3.2	Pengujian terhadap Fitur Statistik . . . . .	40
4.3.3	Pengujian terhadap Kombinasi <i>Channel</i> . . . . .	42
<b>5</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>45</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	45
5.2	Saran . . . . .	46
	<b>DAFTAR ISTILAH</b>	<b>47</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>49</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>53</b>
	<b>Biografi Penulis</b>	<b>75</b>

# DAFTAR GAMBAR

2.1	Korelasi <i>arousal</i> , <i>valence</i> , <i>dominance</i> dan <i>liking</i> [1] . . . . .	6
2.2	Klasifikasi sinyal berdasarkan frekuensi [2] . . . . .	7
2.3	Sinyal pada domain waktu . . . . .	9
2.4	Ilustrasi konstruksi siluet [3] . . . . .	14
3.1	Metodologi sistem . . . . .	17
3.2	Diagram alur pemilihan data . . . . .	18
3.3	Pemilihan data berdasarkan nilai <i>valence</i> , <i>arousal</i> dan <i>dominance</i> . . . . .	22
3.4	Posisi <i>channel</i> berdasarkan sistem 10-20 [4] . . . . .	23
3.5	Diagram proses ekstraksi fitur . . . . .	24
3.6	Diagram algoritma FCM . . . . .	26
4.1	Visualisasi sinyal EEG dengan 40 <i>Channel</i> pada subjek 1 video 12 . . . . .	30
4.2	Sinyal EEG pada (a) <i>channel</i> F8 (b) <i>channel</i> AF3 . . . . .	31
4.3	Distribusi nilai <i>peak to peak</i> . . . . .	32
4.4	Distribusi nilai <i>mean</i> . . . . .	33
4.5	Distribusi nilai <i>median</i> . . . . .	33
4.6	Distribusi nilai deviasi standar . . . . .	33
4.7	Distribusi nilai <i>skewness</i> . . . . .	34
4.8	Distribusi nilai <i>kurtosis</i> . . . . .	34
4.9	Distribusi nilai turunan pertama . . . . .	34
4.10	Distribusi nilai turunan kedua . . . . .	35
4.11	Distribusi nilai normalisasi turunan pertama . . . . .	35
4.12	Distribusi nilai normalisasi turunan kedua . . . . .	35
4.13	Nilai rata-rata <i>silhouette</i> pada enam dan sepuluh fitur statistik . . . . .	41
4.14	Nilai rata-rata <i>rand index</i> pada enam dan sepuluh fitur statistik . . . . .	41
4.15	Nilai rata-rata <i>silhouette</i> terhadap kombinasi <i>channel</i> . . . . .	42
4.16	Nilai <i>rand index</i> terhadap kombinasi <i>channel</i> . . . . .	43
1	Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada <i>channel</i> F8 . . . . .	60
2	Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada <i>channel</i> F8 . . . . .	60

3	Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada <i>channel</i> T7 . . .	62
4	Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada <i>channel</i> T7 . . .	62
5	Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada <i>channel</i> P7 . . .	64
6	Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada <i>channel</i> P7 . . .	64
7	Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada <i>channel</i> FC2 . . .	66
8	Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada <i>channel</i> FC2 . .	66
9	Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada <i>channel</i> CP1 . . .	68
10	Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada <i>channel</i> CP1 . .	68
11	Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada <i>channel</i> CP2 . . .	70
12	Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada <i>channel</i> CP2 . .	70
13	Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada <i>channel</i> F4 . . . .	72
14	Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada <i>channel</i> F4 . . .	72
15	Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada <i>channel</i> AF3 . . .	74
16	Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada <i>channel</i> AF3 . .	74

# DAFTAR TABEL

2.1	Kriteria struktur <i>silhouette</i> berdasarkan nilai rata-rata [5] . . . . .	15
3.1	Konten DEAP Dataset [1] . . . . .	19
3.2	Deskripsi <i>Fuzzy C-Means</i> . . . . .	27
4.1	Nilai rata-rata <i>silhouette</i> pada $C=2, C=3, C=4, C=5, C=6, C=7$ dan $C=8$ . . . . .	37
4.2	Nilai <i>rand index</i> pada $C=2, C=3, C=4, C=5, C=6, C=7$ dan $C=8$ . . . . .	39
1	<i>Channel</i> yang digunakan pada DEAP Dataset . . . . .	53
2	Data yang digunakan dalam Tugas Akhir . . . . .	54
3	Fitur statistik pada <i>channel</i> F8 . . . . .	59
4	Fitur statistik pada <i>channel</i> T7 . . . . .	61
5	Fitur statistik pada <i>channel</i> P7 . . . . .	63
6	Fitur statistik pada <i>channel</i> FC2 . . . . .	65
7	Fitur statistik pada <i>channel</i> CP1 . . . . .	67
8	Fitur statistik pada <i>channel</i> CP2 . . . . .	69
9	Fitur statistik pada <i>channel</i> F4 . . . . .	71
10	Fitur statistik pada <i>channel</i> AF3 . . . . .	73



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Emosi memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari, semua perilaku yang dilakukan manusia pasti melibatkan emosi. Banyak penelitian yang sudah dilakukan dalam mengidentifikasi emosi manusia untuk dimanfaatkan pada lingkungan sekitar. Adanya perkembangan teknologi, memberikan adanya peluang interaksi antar komputer dan manusia yang memungkinkan komputer faham akan emosi dan kebutuhan afektif dari manusia. Beberapa metode yang sudah dilakukan untuk mengidentifikasi emosi yaitu dengan menggunakan ekspresi wajah, suara dan dengan *bio-signal*. Meskipun identifikasi emosi menggunakan *bio-signal* masih dirasa sulit, sampai saat ini sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk membuat sistem identifikasi emosi secara otomatis berdasarkan fitur pada *bio-signal* [6].

*Electroencephalogram* (EEG) merupakan salah satu *bio-signal* yang mengukur aktivitas listrik pada otak. Sinyal otak ini didapatkan dengan meletakkan elektroda logam dan media konduktif pada kulit kepala [7]. Para peneliti percaya bahwa keadaan otak ikut berubah apabila perasaan berubah, sehingga EEG ini cocok untuk melakukan perekaman adanya perubahan aktivitas gelombang otak yang berbeda-beda sesuai dengan perasaan atau emosi [8]. EEG memiliki kelebihan yaitu *high-speed, non-invasive* dan tidak menimbulkan rasa sakit pada subjek [2]. Kelebihan tersebut menyebabkan EEG dapat mendeteksi emosi nyata yang muncul dari pikiran dan menghiraukan fitur-fitur eksternal seperti gerak tubuh maupun ekspresi wajah.

Identifikasi emosi sudah banyak diteliti berdasarkan ekspresi wajah maupun suara, namun pada penelitian ini penulis menggunakan sinyal EEG. Melalui EEG, aktivitas dalam otak dapat diamati. Dengan melakukan pengolahan sinyal pada sinyal EEG, informasi mengenai aktivitas mental dan keadaan emosi manusia dapat diketahui dan informasi tersebut menghasilkan nilai yang berbeda ketika keadaan emosi berubah. Oleh karena itu, penggunaan EEG

dirasa efektif untuk melakukan identifikasi emosi. Melalui acuan pengukuran statistik pada domain waktu sinyal EEG ini, penulis melakukan *clustering* emosi menggunakan *Fuzzy C-Means*.

## 1.2 Permasalahan

Keadaan emosi individu dapat dilihat secara nyata melalui ekspresi wajah maupun suara. Sampai saat ini sudah banyak penelitian mengenai identifikasi emosi melalui ekspresi wajah dan suara dengan hasil keakuratan yang tinggi. Selain melalui ekspresi wajah dan suara salah satu alternatif lain untuk melakukan identifikasi emosi adalah EEG. EEG merupakan sinyal gelombang otak, dimana sinyal tersebut dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi dari subjek. Melalui EEG ini, gelombang otak pada seseorang dapat menunjukkan adanya perubahan emosi yang terjadi pada penderita yang memiliki keterbatasan yang tidak memungkinkan untuk berinteraksi antar manusia dan emosi tidak dapat diekspresikan sebagaimana mestinya.

## 1.3 Tujuan

Tujuan utama dari tugas akhir ini adalah melakukan pengolahan sinyal pada sinyal EEG untuk:

1. Mendapatkan data statistik dari domain waktu sinyal EEG.
2. Melakukan klastering delapan jenis emosi menggunakan *Fuzzy C-Means*.

*Output* dari tugas akhir ini berupa sistem yang dapat mengelompokkan emosi dan diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan permasalahan yang akan diangkat maka dilakukan pembatasan masalah. Batasan-batasan masalah tersebut diantaranya adalah:

1. Data sinyal EEG diperoleh dari DEAP Database
2. Emosi yang diuji adalah senang, sedih, puas, terkejut, terlindung, tidak peduli, marah dan takut.
3. Fitur statistik yang diukur yaitu nilai *peak to peak*, nilai tengah, nilai rata-rata, *skewness*, *kurtosis*, deviasi standar, rata-rata absolut turunan pertama, normalisasi rata-rata absolut

turunan pertama, rata-rata absolut turunan kedua dan normalisasi rata-rata absolut turunan kedua.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian Tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB II Dasar Teori

Pada bab ini diuraikan secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu informasi terkait emosi, EEG, sinyal dengan domain waktu, *Fuzzy C-Means* dan teori-teori penunjang lainnya.

3. BAB III Perancangan Sistem dan Implementasi

Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait eksperimen yang akan dilakukan dan langkah-langkah bagaimana data diolah. Guna mendukung itu digunakanlah blok diagram atau *work flow* agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk implementasi pada pelaksanaan tugas akhir.

4. BAB IV Pengujian dan Analisa

Bab ini menjelaskan tentang pengujian eksperimen yang dilakukan terhadap data beserta analisisnya. Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan juga disebutkan dalam bab ini.

5. BAB V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari pengujian yang telah dilakukan. Saran untuk pengembangan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 2

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Emosi

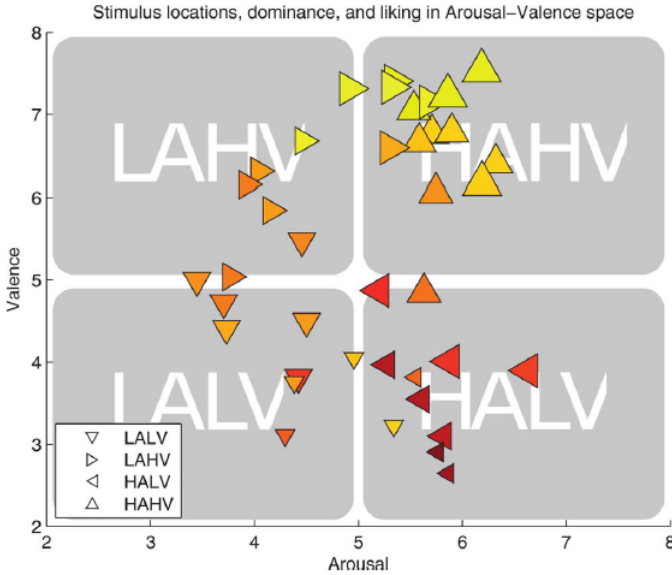
Chaplin merumuskan bahwa emosi merupakan keadaan perubahan perilaku maupun sifat yang disadari [9]. Emosi merupakan salah satu fitur yang paling penting dan paling kompleks dalam diri manusia. Emosi dapat terjadi ketika individu melakukan perilaku yang bersifat mengarah atau menghindari sesuatu. Perilaku yang timbul selalu disertai dengan ekspresi wajah maupun suara yang menimbulkan pemahaman pada sekitar bahwa ada emosi yang terlibat. Berdasarkan Ekman ada enam dasar emosi manusia yaitu emosi senang, sedih, terkejut, marah, takut dan jijik [10].

Pengenalan emosi mendapatkan banyak perhatian akhir-akhir ini terutama pengenalan emosi menggunakan sinyal EEG. Adanya kemajuan teknologi saat ini sudah memungkinkan penelitian terhadap otak manusia yang terlibat dalam pengenalan emosi untuk memahami fungsi dan struktur pengenalan emosi di otak. Kemajuan teknologi juga telah meningkatkan teknik pemrosesan sinyal yang diterapkan pada analisis dari fitur wajah dan suara yang memungkinkan pembuatan antarmuka pengenalan emosi. Selain teknik pengenalan pola melalui fitur wajah dan fitur suara, sinyal EEG saat ini menjadi salah satu cara yang efektif untuk mendeteksi emosi manusia.

#### 2.1.1 Model *Arousal* dan *Valence*

Russell mengusulkan model *Arousal and Valence Space* (AVS), di mana keadaan emosi dapat direpresentasikan berdasarkan tingkat kombinasi dari nilai *arousal* dan *valence* [11]. Dalam model ini, setiap keadaan emosi dapat ditempatkan pada sebuah *2D plane* dengan *arousal* sebagai sumbu horizontal dan *valence* sebagai sumbu vertikal. *Arousal* merupakan tingkatan yang menyatakan tidak aktif (tidak tertarik, bosan) hingga aktif (bersemangat), *valence* menyatakan tingkat tidak menyenangkan (sedih, stres) hingga menyenangkan (senang, gembira). Dimensi ketiga yaitu parameter *dominance* juga dapat ditambahkan pada model AVS ini. Parameter

*dominance* merupakan tingkat perasaan tak berdaya, lemah, tanpa kontrol hingga ke perasaan terkontrol.



**Gambar 2.1:** Korelasi *arousal*, *valence*, *dominance* dan *liking* [1]

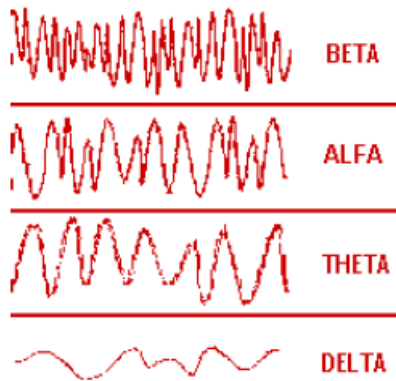
Berdasarkan penelitian Koelstra [1], parameter *liking* ditambahkan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pada Gambar 2.1 parameter *dominance* diilustrasikan sebagai simbol segitiga, semakin kecil simbol maka tingkat *dominance* semakin kecil dan sebaliknya. Parameter *liking* diilustrasikan sebagai warna pada simbol segitiga. Warna merah gelap menunjukkan tingkat *liking* yang kecil, sedangkan warna kuning terang menunjukkan tingkat *liking* yang tinggi.

Dalam AVS ini, semua label emosi dapat didefinisikan dalam tingkatan *valence* dan *arousal*. Misalnya, sedih dikaitkan dengan keadaan *low arousal* dan *low valence* sedangkan senang ditandai dengan *high arousal* dan *high valence* [12].

## 2.2 *Electroencephalography* (EEG)

*Electroencephalography* merupakan teknik pengolahan citra medis yang dapat merekam aktivitas listrik di kulit kepala yang dihasilkan oleh struktur otak. Aktivitas listrik tersebut didapat dari elektroda logam dan media konduktif yang diletakkan pada kulit kepala. EEG dapat diukur secara langsung dari permukaan *kortikal* yang disebut *electrocortigram* atau dengan menggunakan *probe* yang disebut *electrogram*. Ketika sel-sel otak diaktifkan, arus lokal diproduksi. EEG mengukur sebagian besar arus yang mengalir selama *eksitasi sinaptik* dari *dendrit* dari banyak sel-sel otak *piramidal* di *korteks serebral* [2].

Untuk memperoleh pola otak dasar, subjek dapat menutup mata dan rileks. Pola otak membentuk gelombang yang umumnya berupa gelombang sinusoidal. Gelombang otak telah dikategorikan ke dalam empat kelompok dasar [2] yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 :



**Gambar 2.2:** Klasifikasi sinyal berdasarkan frekuensi [2]

1. *Delta* (0.1 Hz 3.9 Hz) Gelombang otak pada frekuensi *delta* ini didapat ketika individu dalam kondisi tidur. Pada frekuensi ini tubuh melakukan penyembuhan diri dan memperbaiki sel-sel yang rusak.



2. *Theta* (4 Hz – 7.9 Hz) Gelombang otak ini terjadi ketika individu dalam kondisi bermimpi. Frekuensi ini merupakan gudang wawasan dan spiritual, karena subjek yang berada dalam frekuensi *theta* jauh lebih sadar secara spiritual dan memiliki kedamaian batin. Frekuensi *theta* ini sering digunakan dalam kondisi ketika individu ingin meningkatkan kreativitas, perubahan perilaku maupun penyembuhan fisik dan emosional.
3. *Alpha* (8 Hz – 13.9 Hz) Frekuensi *alpha* merupakan peralihan antara keadaan sadar dan tidak sadar. Frekuensi ini terjadi ketika seseorang berada dalam kondisi yang rileks, sehingga frekuensi ini biasanya lebih dominan bagi para musisi, penulis, seniman dan atlet. Gelombang *alpha* ini dapat digunakan untuk meningkatkan relaksasi, meditasi ringan, dan merupakan pintu awal untuk memasuki pikiran bawah sadar.
4. *Beta* (14 Hz – 30 Hz) Frekuensi *beta* merupakan frekuensi normal yang terjadi ketika individu dalam keadaan sadar. Pada frekuensi ini individu memiliki konsentrasi, kewaspadaan, motivasi dan tingkat pemecahan masalah yang lebih tinggi.

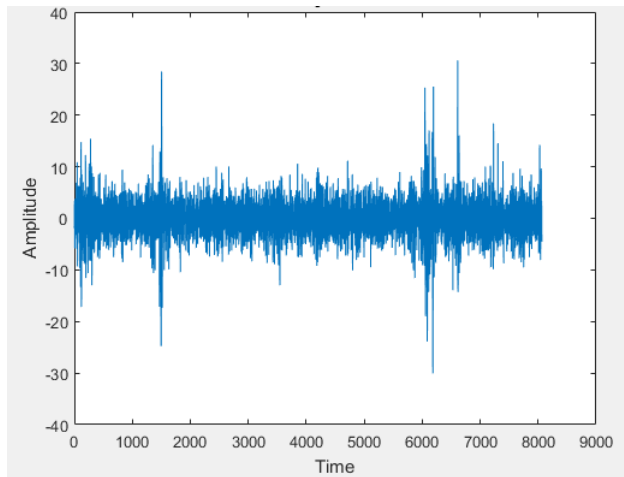
*International Federation in Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* mengadopsi standarisasi untuk penempatan elektroda yang disebut 10-20 sistem [13]. Sistem ini menjadi standar penempatan fisik elektroda pada kulit kepala. Label 10-20 menunjukkan jarak proporsional dalam persen antara telinga dan hidung di mana poin untuk elektroda dipilih. Penempatan elektroda diberi label sesuai daerah otak yang berdekatan: F (*frontal*), C (*center*), T (*temporal*), P (*posterior*), dan O (*oksipital*). Label tersebut disertai dengan angka ganjil apabila letak elektroda berada di sisi kiri kepala dan dengan angka genap di sisi kanan.

Keuntungan terbesar dari EEG adalah kecepatan. Pola yang kompleks dari aktivitas saraf yang terjadi dapat direkam dalam persekian detik setelah stimulus diberikan. EEG dapat menentukan kekuatan relatif dan posisi dari aktivitas listrik di daerah otak yang berbeda. Kelebihan lain dari EEG yaitu *high-speed, non-invasive* dan tidak menimbulkan rasa sakit pada subjek [2]. Kelebihan-kelebihan yang ada pada EEG ini menyebabkan EEG dapat mendeteksi emosi nyata yang muncul dari pikiran dan menghiraukan

fitur-fitur eksternal seperti gerak tubuh maupun ekspresi wajah.

## 2.3 Sinyal Domain Waktu

Sinyal merupakan informasi yang diencode dalam bentuk gelombang. Secara fisik, sinyal berada pada domain waktu dan diekspresikan sebagai fungsi dari parameter waktu [14]. Pada sinyal domain waktu, garis horizontal dipresentasikan sebagai waktu dan garis vertikal sebagai amplitudo seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.3. Gambar 2.3 merupakan contoh gambaran hasil perekaman sinyal EEG.



**Gambar 2.3:** Sinyal pada domain waktu

Fitur-fitur yang bisa didapatkan pada sinyal domain waktu antara lain [15] [16]:

1. Nilai maksimum dan minimum menunjukkan nilai amplitudo sinyal disaat maksimum dan minimum. Nilai ini digunakan untuk membandingkan puncak tertinggi dan terendah dari beberapa sinyal emosi.

2. Nilai *mean* atau nilai rata-rata dari sinyal

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{i_{EEG}} \quad (2.1)$$

$x_i$  = nilai data ke- $i$

$N$  = jumlah data

3. Nilai *median* atau nilai tengah ini memisahkan setengah nilai yang lebih tinggi dan setengah nilai lainnya untuk mencari nilai tengah

$$Med = \begin{cases} x_{\frac{1}{2}(N+1)} & \text{apabila } N \text{ ganjil} \\ \frac{1}{2}(x_{\frac{N}{2}} + x_{\frac{N}{2}+1}) & \text{apabila } N \text{ genap} \end{cases} \quad (2.2)$$

4. Deviasi standar

$$\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{i_{EEG}} - \bar{x}_{i_{EEG}})^2}{N - 1}} \quad (2.3)$$

$\bar{x}$  = nilai rata-rata

5. Perhitungan *skewness* menunjukkan derajat ketidaksimetrisan sinyal terhadap distribusi normal Gaussian. Kurva hasil perhitungan *skewness* ini dapat condong ke arah positif maupun ke arah negatif apabila tidak terdistribusi normal.

$$Sw = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{i_{EEG}} - \bar{x}_{i_{EEG}})^3}{N \left( \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{i_{EEG}} - \bar{x}_{i_{EEG}})^2}{N-1}} \right)^3} \quad (2.4)$$

6. *Kurtosis* merupakan derajat keruncingan sinyal terhadap distribusi normal. Pada distribusi normal, *kurtosis* memiliki nilai tiga. Ketika *kurtosis* bernilai lebih dari tiga, kurva distribusi memiliki puncak yang lebih tinggi dan sebaliknya.

$$Kr = \frac{\sum_{i=n_s^{ne}} (x_{i_{EEG}} - \bar{x}_{i_{EEG}})^4}{N \left( \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{i_{EEG}} - \bar{x}_{i_{EEG}})^2}{N-1}} \right)^2} \quad (2.5)$$

7. Nilai rata-rata dari absolut turunan pertama

$$\delta = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} |x_{i_{EEG+1}} - x_{i_{EEG}}| \quad (2.6)$$

8. Nilai rata-rata dari absolut turunan kedua

$$\bar{\delta} = \frac{1}{N-2} \sum_{i=1}^{N-2} |x_{i_{EEG+2}} - x_{i_{EEG}}| \quad (2.7)$$

9. Normalisasi turunan pertama dihitung dengan melakukan pembagian antara nilai rata-rata absolut turunan pertama dengan deviasi standar

$$\gamma = \frac{\delta}{\alpha} \quad (2.8)$$

$\delta$  = Nilai rata-rata absolut turunan pertama  
 $\alpha$  = Nilai deviasi standar

10. Normalisasi turunan kedua dihitung dengan melakukan pembagian antara nilai rata-rata absolut turunan kedua dengan deviasi standar

$$\bar{\gamma} = \frac{\bar{\delta}}{\alpha} \quad (2.9)$$

$\bar{\delta}$  = Nilai rata-rata absolut turunan kedua

## 2.4 *Fuzzy C-Means Clustering*

Klastering merupakan proses pengelompokan objek atau data tidak berlabel kedalam suatu kelas atau *cluster* dengan objek yang memiliki kesamaan. Fuzzy C-Means (FCM) menggunakan model pengelompokan *fuzzy* sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau *cluster* terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda dengan nilai antara 0 hingga 1 [17]. Letak data dalam suatu kelas atau *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaannya [18].

Pada algoritma FCM, yang dilakukan pertama kali yaitu menentukan derajat keanggotaan dari masing-masing data. Derajat keanggotaan ini ditentukan secara *random* kemudian dihitung nilai pusat *cluster* yang akan menandai lokasi rata-rata dari tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat dikarenakan nilai derajat keanggotaan awal yang sudah ditentukan secara *random*. Setiap data memiliki derajat keanggotaan yang berbeda

untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan nilai keanggotaan dari setiap data secara berulang, maka pusat *cluster* akan menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi objektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data [17].

Fungsi objektif FCM dapat dilihat pada Persamaan 2.10 [19]:

$$J_m = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C u_{ij}^m \|x_i - c_j\|^2, 1 \leq m < \infty \quad (2.10)$$

$u_{ij}$  = Matriks nilai derajat keanggotaan data tiap *cluster*

$c_j$  = Matriks nilai pusat *cluster*

Algoritma dari *Fuzzy C-Means Clustering* adalah :

1. Melakukan inisialisasi matriks partisi  $u$  yaitu matriks derajat keanggotaan data pada tiap *cluster* secara acak.
2. Pada iterasi ke- $k$ , hitung pusat *cluster* sesuai persamaan 2.11.

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m} \quad (2.11)$$

3. Memperbaiki nilai derajat keanggotaan dengan menggunakan persamaan 2.12.

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left( \frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (2.12)$$

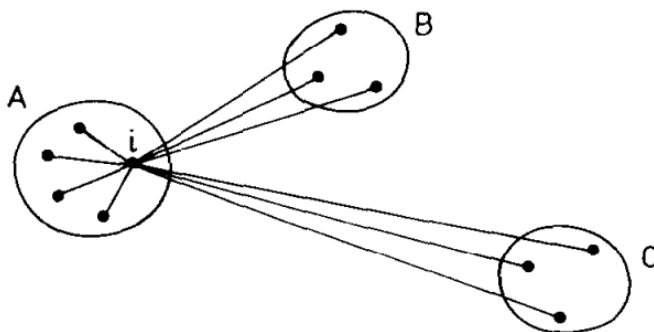
4. Ketika  $\|u^{(k+1)} - u^{(k)}\| < \varepsilon$  maka iterasi dihentikan. *Epsilon* ( $\varepsilon$ ) merupakan kriteria pemberhentian yang memiliki nilai antara 0 dan 1. Namun apabila masih belum memenuhi persamaan, maka dilakukan iterasi lagi dan kembali ke langkah dua.

## 2.5 Silhouette Index

Menentukan *cluster* yang tepat ketika melakukan analisis *cluster* bukanlah hal yang mudah. Salah satu cara validasi hasil klustering yaitu dengan menggunakan *silhouette index*.

Rousseeuw mengusulkan sebuah indeks untuk validasi partisi yang didasarkan pada gagasan siluet. Sebuah siluet dibangun pada setiap titik data untuk mengukur kualitas klustering pada titik tersebut. Nilai rata-rata anggota dari keseluruhan dataset yang ada merupakan ukuran kualitas klustering yang ditetapkan [5].

Gambar 2.4 merupakan ilustrasi konstruksi siluet, dimana ada titik data  $i$ , *cluster*  $i$  berada yaitu *cluster* A, dan *cluster* lainnya yaitu *cluster* B dan C. Siluet  $S_i = S(X_i)$  didefinisikan dalam bentuk ukuran  $a_i$  dan  $b_i$ , dimana jarak rata-rata  $i$  ke titik di *cluster* A adalah  $a_i$ , sedangkan nilai minimum jarak rata-rata  $i$  ke *cluster* terdekat yaitu B adalah  $b_i$ .



**Gambar 2.4:** Ilustrasi konstruksi siluet [3]

*Silhouette Index* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S_k = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad (2.13)$$

Persamaan 2.13 yaitu persamaan *Silhouette* hanya berjalan pada satu nilai  $c$ , sehingga proses akan terus berulang berdasarkan pada nilai  $c$  yang telah ditentukan. Semakin besar nilai  $c$ , maka semakin lama komputasi yang dilakukan untuk menghitung jarak *cluster* [20].

*Silhouette* ini menunjukkan menunjukkan seberapa bagus struktur dari fitur yang digunakan sehingga dapat menentukan apakah data sudah masuk pada *cluster* yang tepat. Seluruh pengelompokan ditampilkan dengan menggabungkan *silhouette* menjadi satu plot tunggal, yang memperlihatkan gambaran umum dari konfigurasi data. Nilai rata-rata *silhouette* memberikan evaluasi validasi dari hasil *clustering*, dan dapat digunakan untuk memilih jumlah *cluster* yang sesuai [3].

**Tabel 2.1:** Kriteria struktur *silhouette* berdasarkan nilai rata-rata [5]

0.7-1.0	<i>Strong structure</i>
0.51-0.70	<i>Reasonable structure</i>
0.26-0.50	<i>Weak structure</i>
< 0.25	<i>No structure</i>

Berdasarkan nilai yang diperoleh dari *Silhouette Index*, hasilnya bernilai positif ketika jarak data ke *cluster* yang lain lebih besar dibandingkan jarak data ke *cluster* data itu sendiri, dan sebaliknya akan bernilai negatif ketika jarak data ke *cluster* yang lain lebih kecil dibandingkan jarak data ke *cluster* data itu sendiri. Tabel 2.1 menunjukkan ketika nilai rata-rata *Silhouette* mendekati 1 maka struktur dari fitur yang digunakan sudah bagus sehingga hasil klastering sudah tepat, sedangkan ketika nilai mendekati 0 maka kemungkinan besar terjadi *misclustering*.



## 2.6 Rand Index

Berdasarkan Rand, *rand index* merupakan sebuah ukuran pengelompokan berdasarkan kecocokan dan ketidakcocokan pasangan data dalam klastering. *Rand index* ini membandingkan struktur klastering antara *cluster* ( $C_1$ ) dan *cluster* ( $C_2$ ). Misalkan 'a' adalah jumlah pasangan data yang berada pada *cluster*  $C_1$  dan *cluster*  $C_2$ , 'b' adalah jumlah pasangan data yang berada pada *cluster*  $C_1$ , namun tidak pada *cluster*  $C_2$ , 'c' merupakan jumlah pasangan data yang berada di *cluster* yang sama di  $C_2$ , tapi tidak di *cluster*  $C_1$  dan 'd' adalah jumlah pasangan data yang berada pada *cluster* yang berbeda dalam  $C_1$  dan  $C_2$ . Jumlah  $a$  dan  $d$  dapat diartikan sebagai kecocokan, sedangkan  $b$  dan  $c$  sebagai ketidakcocokan. Nilai *Rand index* bisa didapatkan menggunakan persamaan 2.14 [18]:

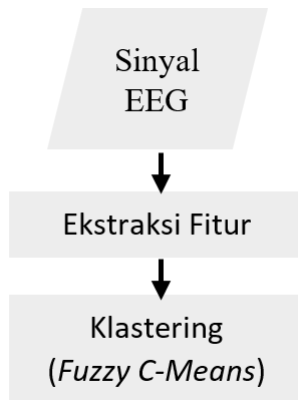
$$S_k = \frac{a + b}{a + b + c + d} \quad (2.14)$$

# BAB 3

## DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

### 3.1 Desain Sistem

Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat sistem untuk mengidentifikasi delapan jenis emosi pada subjek berdasarkan sinyal EEG. Data sinyal EEG didapatkan dari DEAP Dataset, yaitu sebuah dataset hasil penelitian yang dipublikasikan dan dikhususkan bagi peneliti yang ingin menganalisis emosi berdasarkan sinyal EEG. Melalui sinyal yang didapat, dilakukan ekstraksi fitur pada domain waktu sinyal yang mana merupakan nilai *peak to peak*, nilai tengah, nilai rata-rata, *skewness*, *kurtosis*, deviasi standar, rata-rata absolut turunan pertama, normalisasi rata-rata absolut turunan pertama, rata-rata absolut turunan kedua dan normalisasi rata-rata absolut turunan kedua. Berdasarkan fitur-fitur yang telah didapat, dilakukan pengelompokan emosi menggunakan *Fuzzy C-Means*. Gambaran umum sistem dari tugas akhir ini diilustrasikan dalam Gambar 3.1.

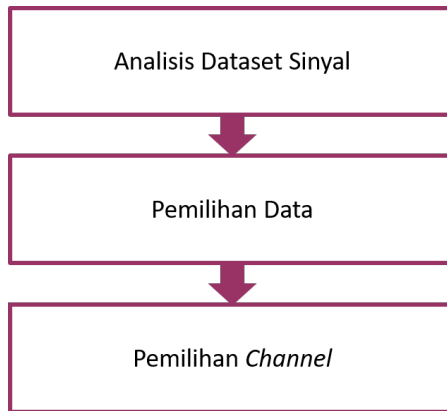


**Gambar 3.1:** Metodologi sistem

### 3.1.1 Sinyal EEG

Dataset sinyal EEG didapat dari DEAP Dataset yang dapat diunduh pada *website* <http://www.eecs.qmul.ac.uk/mmv/datasets/deap/download.html>. DEAP Dataset ini merupakan dataset multi modal untuk analisis keadaan afektif manusia. Ada tiga macam dataset yang disediakan yaitu data sinyal EEG *raw* atau data sinyal asli yang belum dilakukan *preprocessing*, sinyal yang sudah melalui praproses dalam versi MATLAB dan sinyal yang sudah melalui praproses dalam versi *python*. Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan dataset yang telah melewati praproses versi MATLAB.

Proses pada tahap ini diilustrasikan pada Gambar 3.2 dimana penulis melakukan analisis terlebih dahulu terhadap DEAP Dataset. Analisis mendalam terhadap dataset ini diperlukan untuk memahami konten yang terdapat pada dataset sehingga data yang dipilih dan diolah sesuai dengan hasil yang diharapkan.



**Gambar 3.2:** Diagram alur pemilihan data

DEAP Dataset ini terdiri atas dua tahap. Tahap pertama yaitu dengan melakukan self-assessment online, dimana *volunteer* yang terdiri atas 14-16 subjek menilai kutipan satu menit dari setiap 120 video musik. Penilaian didasarkan pada parameter *arousal*, *valence* dan *dominance*. Bagian ini dilakukan untuk mendapatkan daftar video yang akan digunakan untuk perekaman pada tahap kedua. Pada tahap kedua dilakukan perekaman sinyal EEG, sinyal

fisiologis dan perekaman ekspresi wajah di mana 32 subjek melihat kutipan satu menit dari 40 video musik yang dipilih melalui tahap pertama. EEG dan sinyal fisiologis dicatat dan setiap subjek melakukan *self assessment* berdasarkan video yang telah dilihat. Perekaman setiap video dilakukan 40 kali dengan satu kali istirahat yaitu setelah 20 kali perekaman. Untuk 22 subjek, ekspresi wajah ikut direkam.

**Tabel 3.1:** Konten DEAP Dataset [1]

Subjek	32 Subjek
Video	40 Video
<i>Rating Scale</i>	<i>Arousal</i> <i>Valence</i> <i>Dominance</i> <i>Liking</i> <i>Familiarity</i>
<i>Rating Value</i>	<i>Familiarity</i> : skala nilai 1-5 Lainnya : skala nilai 1-9
<i>Recorded Signals</i>	Sinyal fisiologis perifer <i>Face video</i> (pada 22 subjek)

Rangkuman dari konten DEAP Dataset dapat dilihat pada Tabel 3.1 dimana subjek terdiri atas 32 subjek dengan perbandingan laki-laki dan perempuan sebanding dengan umur antara 19-37 tahun. *Channel* yang digunakan ada 40 dimana *channel* 1-32 merupakan *channel* untuk sinyal EEG yang diletakkan berdasarkan sistem internasional 10-20 sistem, dan *channel* 33-40 merupakan sinyal data *hEOG*, *vEOG*, *zEMG*, *tEMG*, *GSR*, *Respiration belt*, *Plethysmograph* dan *Temperature*. Pada penelitian ini penulis hanya menggunakan perekaman sinyal EEG saja yaitu sinyal data pada *channel* 1-32 dan menghiraukan sinyal-sinyal yang bukan sinyal EEG.

Perekaman sinyal EEG dilakukan di dua lokasi yang berbeda. Subjek 1-22 melakukan perekaman di Twente, sedangkan subjek 23-32 melakukan perekaman di Geneva. Perbedaan lokasi tersebut

menyebabkan penomeran *channel* ketika melakukan perekaman juga berubah karena *hardware* yang digunakan berbeda. Perbedaan penomeran *channel* yang digunakan pada DEAP Dataset dapat dilihat pada Lampiran.

### 3.1.2 *Self Rating*

*Self rating* dilakukan oleh masing-masing subjek setiap menyaksikan kutipan video. Berdasarkan sub-bab sebelumnya parameter yang dinilai pada DEAP Dataset yaitu tingkat *valence*, *arousal*, *dominance* dan *liking* yang memiliki nilai antara 1-9 dimana 5–9 menyatakan tingkat parameter yang tinggi dan 1–4.99 menyatakan tingkat parameter yang rendah.

Parameter-parameter yang akan dinilai divisualisasikan dalam bentuk gambar dan ditampilkan pada layar dengan skala nilai 1-9. Visualisasi tersebut diberikan untuk mempermudah subjek untuk melakukan penilaian. Ketika melakukan penilaian subjek hanya butuh memindahkan *mouse* secara horizontal sesuai dengan skala nilai yang ada.

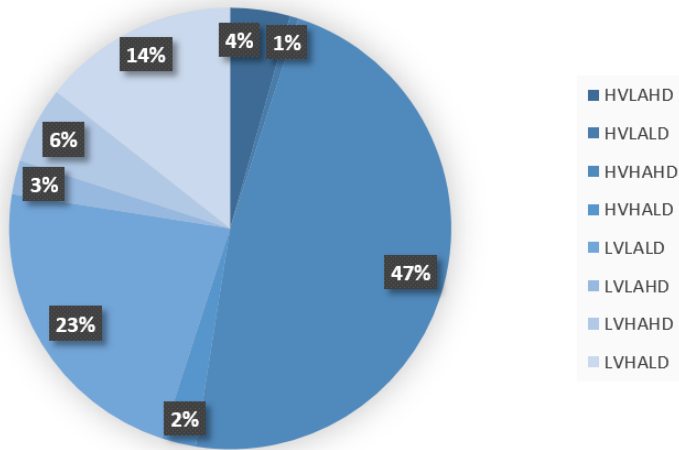
Variasi parameter tersebut merupakan indikator untuk mengetahui emosi. Dari parameter-parameter yang tersedia tersebut, penulis hanya menggunakan nilai dari parameter *arousal valence* dan *dominance*. Berdasarkan korelasi parameter *arousal valence* dan *dominance*, [21] menyatakan ketika tingkat *high valence*, *low arousal* dan *high dominance* (HVL AHD) didapatkan emosi puas, ketika tingkat *high valence*, *high arousal* dan *high dominance* (HVH AHD) didapatkan emosi senang, ketika tingkat *high valence*, *low arousal* dan *low dominance* (HVL ALD) didapatkan emosi terkejut, ketika tingkat *high valence*, *low arousal* dan *low dominance* (HVL ALD) didapatkan emosi terlindung, ketika tingkat *low valence*, *low arousal* dan *low dominance* (LVL ALD) didapatkan emosi sedih, ketika tingkat *low valence*, *low arousal* dan *high dominance* (LVL AHD) didapatkan emosi tidak peduli, ketika tingkat *low valence*, *high arousal* dan *high dominance* (LVH AHD) didapatkan emosi marah dan ketika tingkat *low valence*, *high arousal* dan *low dominance* (LVH ALD) didapatkan emosi takut.

Melalui *self rating*, emosi yang digambarkan dari masing-masing subjek ketika melihat kutipan video dapat digunakan sebagai *ground truth* ketika proses klastering telah dilakukan, dimana hal tersebut dapat menunjukkan seberapa besar keakuratan hasil klastering.

### 3.1.3 Pemilihan Data

Data yang digunakan dipilih secara *random*. Berdasarkan data yang dipilih tersebut kemudian dilihat nilai tingkat *valence*, *arousal* dan *dominance* pada masing-masing data untuk mengetahui *ground truth* emosi dari data yang dipilih. Berdasarkan *self rating*, emosi senang bisa teridentifikasi ketika tingkat *arousal*, *valence* dan *dominance* tinggi. Contohnya saja data emosi dapat dilihat dari nilai *arousal*, *valence* dan *dominance* dengan nilai antara 5-9, sedangkan untuk emosi sedih dapat dilihat melalui tingkat *valence*, *arousal* dan *dominance* dengan nilai antara 1-4.99. Hasil emosi yang didapatkan berdasarkan *valence*, *arousal* dan *dominance* ini berbeda dengan hasil emosi yang ditunjukkan pada *wheel slice*. *Wheel slice* merupakan emosi yang dinilai oleh *volunteer* secara *online* ketika melakukan pemilihan video. Contohnya hasil *wheel slice* ketika pemilihan video pada video satu menunjukkan emosi marah sedangkan data yang didapat penulis berdasarkan nilai *valence*, *arousal* dan *dominance* menunjukkan emosi senang. Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan pola pikir maupun kebiasaan masing-masing subjek sehingga mempengaruhi hasil dari sinyal EEG yang menyebabkan emosi yang ditimbulkan berbeda terhadap beberapa subjek yang berbeda saat melihat video yang sama.

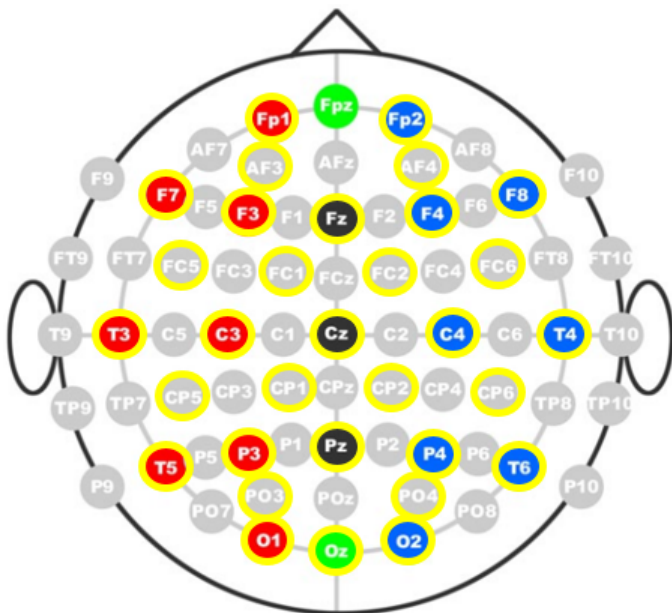
Grafik pemilihan data dapat dilihat pada Gambar 3.3 dimana penulis menggunakan 7 data emosi puas (HVL AHD), 76 data emosi senang (HVH AHD), 4 data emosi terkejut (HVH ALD), 1 data emosi terlindung (HVL ALD), 36 data emosi sedih (LVL ALD), 4 data emosi tidak peduli (LVL AHD), 9 data emosi marah (LVH AHD) dan 23 data emosi takut (LVH ALD). Pemilihan data yang digunakan beserta nilai *valence*, *arousal* dan *dominance* dapat dilihat pada Lampiran.



**Gambar 3.3:** Pemilihan data berdasarkan nilai *valence*, *arousal* dan *dominance*

### 3.1.4 Pemilihan *Channel*

Proses perekaman sinyal EEG membutuhkan *multi-channel* sehingga didapatkan sinyal dari setiap bagian otak. Pada DEAP Dataset ini, *channel-channel* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.4 yaitu *channel* dengan lingkaran kuning. Ada 32 *channel* yang digunakan pada DEAP Dataset yang diletakkan berdasarkan standar internasional sistem 10-20. Untuk melakukan pengelompokan emosi berdasarkan sinyal EEG, ada dua cara yaitu dengan memilih beberapa *channel* berdasarkan kriteria yang telah ditentukan atau dengan menggunakan semua *channel* yang ada. Berdasarkan Rizon M., belum ada kepastian mengenai pemilihan *channel* yang tepat untuk melakukan identifikasi emosi menggunakan EEG [22].



**Gambar 3.4:** Posisi *channel* berdasarkan sistem 10-20 [4]

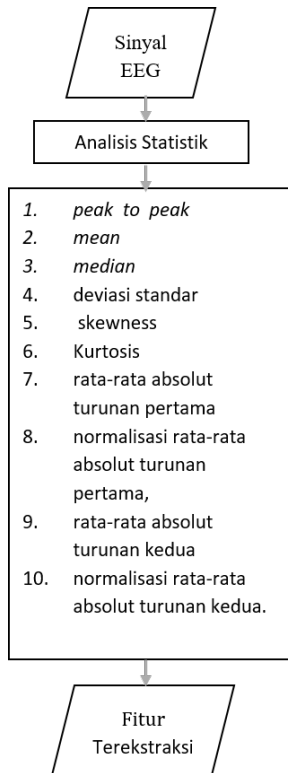
Pada pengolahan sinyal, diperlukan pengurangan jumlah *channel* yang digunakan karena jumlah *channel* yang banyak menghabiskan banyak waktu dan menyulitkan analisis data. Dengan memilih beberapa *channel* tertentu, beban komputasi yang diperlukan untuk analisis data dan fitur yang digunakan berkurang sehingga meminimalisir komputasi untuk proses ekstraksi fitur dan klastering [23].

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, penulis memilih delapan *channel* untuk memperoleh fitur yang dibutuhkan. Penulis menggunakan *channel* F8, T7, CP1, CP2, P7, FC2, F4 dan AF3. *Channel* F8 dipilih berdasarkan [2], karena letak *channel* yang dekat dengan impuls emosi, Sedangkan *channel* lainnya yaitu T7, CP1, CP2, P7, FC2, F4 dan AF3 dipilih berdasarkan [16] yang menyatakan bahwa *channel-channel* tersebut memiliki performasi yang baik pada fitur di domain waktu sinyal.



### 3.2 Ekstraksi Fitur

Tahap ekstraksi fitur ini dilakukan dengan melakukan analisis statistik pada sinyal EEG. Analisis statistik dilakukan di *software* MATLAB R2015b. *Software* tersebut dipilih karena fungsi-fungsi untuk melakukan pengolahan sinyal yang dibutuhkan sudah tersedia pada *software*. *Input* yang dimasukkan yaitu sinyal EEG yang telah melalui pra-proses versi matlab. *Input* tersebut kemudian di *squeeze* menjadi matriks dua dimensi dengan menambahkan *input* video dan *channel* yang sudah dipilih.



**Gambar 3.5:** Diagram proses ekstraksi fitur

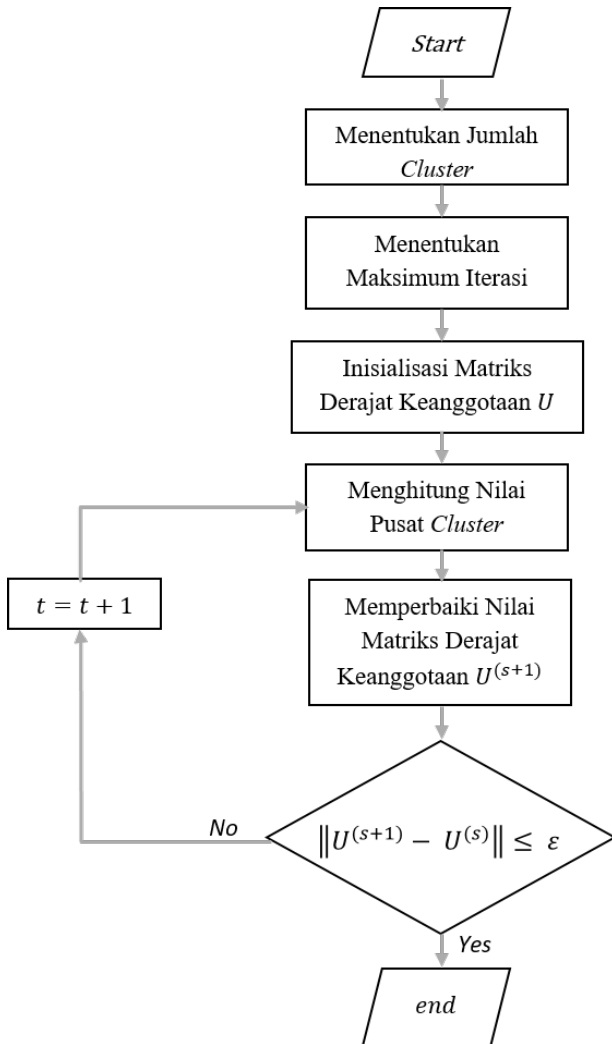
Diagram proses ekstraksi fitur dapat dilihat pada Gambar 3.5, dimana sinyal EEG yang diolah berasal dari pemilihan data berdasarkan parameter nilai *arousal*, *valence* dan *dominance*. Analisis statistik kemudian dilakukan pada data terpilih untuk mengetahui informasi dari sinyal yang dapat membedakan sinyal satu dengan sinyal lainnya. Data yang terpilih tersebut terdiri atas 160 data. Analisis statistik dilakukan pada domain waktu sinyal. Ada sepuluh fitur statistik yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu nilai *peak to peak*, nilai rata-rata amplitudo, nilai tengah amplitudo, deviasi standar, *skewness*, *kurtosis*, nilai rata-rata absolut turunan pertama, nilai rata-rata absolut turunan kedua, nilai normalisasi dari rata-rata absolut turunan pertama dan nilai normalisasi dari rata-rata absolut turunan kedua. Fitur-fitur tersebut diambil dari masing-masing *channel* yang sudah dipilih sebelumnya yang menjadi karakteristik dari masing-masing sinyal yang akan diklastering.

### 3.3 Klastering Sinyal

Proses klastering sinyal ini dilakukan terhadap fitur-fitur yang dihasilkan pada tahap sebelumnya. Metode yang akan digunakan pada klastering data sinyal ini adalah metode *Fuzzy C-Means Clustering*. Pada metode ini jumlah *cluster* menunjukkan emosi yang akan dikenali.

Sebelum melakukan klastering emosi, data fitur yang didapat diubah ke dalam ekstensi .csv untuk mempermudah ketika melakukan *load* data pada program. Ekstensi .csv ini hanya berisi angka-angka fitur yang dibutuhkan.

Proses klastering data sinyal dapat dilihat pada Gambar 3.6. Hasil klastering didapat berdasarkan perbaikan nilai pusat *cluster* dan nilai derajat keanggotaan data pada tiap *cluster*. Iterasi akan berhenti dan klastering berhasil ketika  $|u^{(k+1)} - u^{(k)}| < \varepsilon$ , dimana  $\varepsilon$  merupakan kriteria pemberhentian yang memiliki nilai  $10^{-5}$ . Apabila persamaan tersebut belum terpenuhi, maka iterasi dilanjutkan dan proses diulang kembali.



**Gambar 3.6:** Diagram algoritma FCM

**Tabel 3.2:** Deskripsi *Fuzzy C-Means*

1	Input	Fitur statistik dari Sinyal EEG (.csv)
2	Parameter	$C=2$
3	Proses	Klastering dilakukan menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i> terhadap beberapa fitur yang telah didapat dari delapan <i>channel</i> yang dipilih. Proses klastering dilakukan beberapa kali terhadap beberapa kombinasi <i>channel</i> yang sudah ditentukan.
4	Output	<i>cluster 1 / cluster 2</i>

Proses klastering dilakukan dengan *software* MARLAB R2015b yang dapat dilihat pada Tabel 3.2. *Output* dari klastering ini berupa pengelompokan data ke dalam *cluster*, ketika parameter  $C = 2$  maka *output* yang diberikan yaitu data dapat masuk pada *cluster* satu atau *cluster* dua. Begitu juga ketika parameter  $C$  diganti menjadi tiga maupun empat.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 4

## PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini membahas mengenai pengujian dan hasil analisa terhadap metode yang diusulkan. Pengujian pada penelitian ini dilakukan berdasarkan penerapan *Fuzzy C-Means Clustering* untuk melakukan klastering emosi.

### 4.1 Mekanisme Pengujian

Pada penelitian ini, dilakukan tiga kali pengujian dengan menggunakan metode *Silhouette Index* dan *Rand Index* untuk mengetahui akurasi dari klastering yang dilakukan. Pengujian ini juga bertujuan untuk mendapatkan parameter  $C$  yang sesuai, serta jumlah fitur dan kombinasi *channel* yang optimal. Pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Pengujian terhadap  $C$

Pengujian ini dilakukan sebanyak tujuh kali dengan mengganti parameter  $C$  menjadi 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 dimana  $C$  merupakan jumlah emosi yang akan diklaster. Hasil *silhouette* dan *rand index* kemudian di rata-rata pada setiap  $C$  untuk melihat  $C$  mana yang memiliki nilai paling tinggi.

2. Pengujian terhadap Fitur Statistik

Pengujian dilakukan dua kali yaitu dengan menggunakan enam fitur dan dengan menggunakan sepuluh fitur. Pada enam fitur, fitur yang digunakan yaitu nilai rata-rata amplitudo, deviasi standar, nilai rata-rata dari absolut turunan pertama, nilai rata-rata dari absolut turunan kedua, nilai normalisasi data dari rata-rata absolut turunan pertama dan nilai normalisasi data dari rata-rata absolut turunan kedua. Sedangkan pada pengujian dengan sepuluh fitur, ditambahkan fitur *peak to peak*, nilai tengah amplitudo, nilai *skewness* dan nilai *kurtosis*.

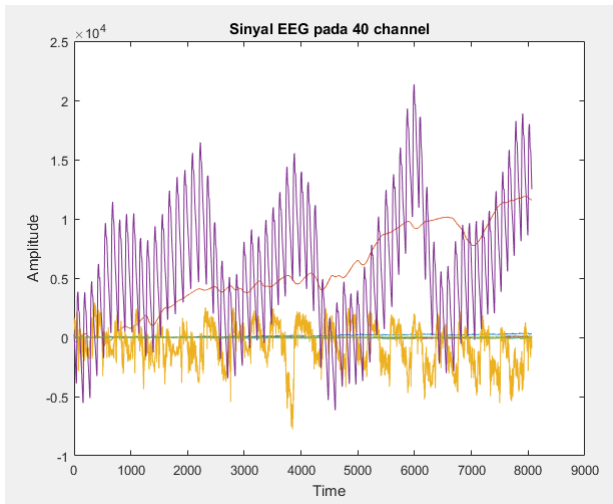
3. Pengujian terhadap Kombinasi *Channel*

Berdasarkan hasil pengujian fitur, kemudian dilakukan perhitungan nilai rata-rata *silhouette* dan *rand index* pada masing-masing kombinasi *channel* pada enam dan sepuluh fitur statistik untuk mendapatkan kombinasi *channel* yang optimal.

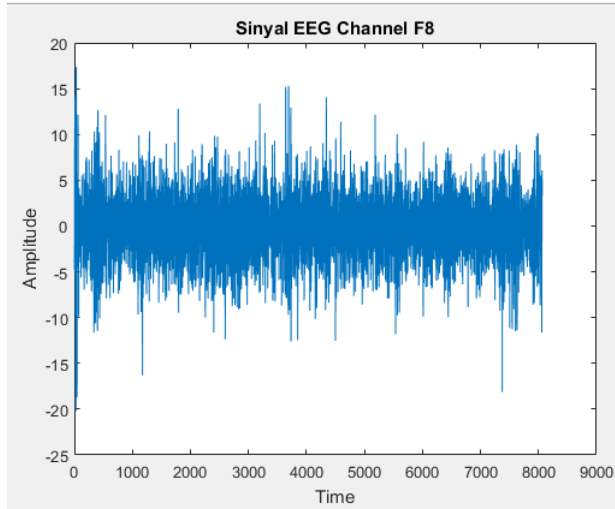
## 4.2 Hasil Pengujian

### 4.2.1 DEAP Dataset

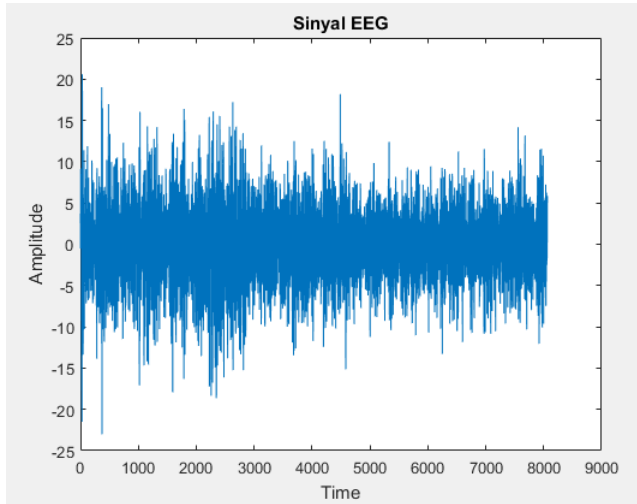
Pada DEAP Dataset ini ada 40 *channel* yang terlibat, 32 *channel* merupakan *channel* untuk perekaman EEG dan delapan *channel* lainnya digunakan untuk perekaman sinyal-sinyal fisiologis yang ada pada daerah wajah maupun jari tangan. Visualisasi sinyal pada 40 *channel* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Berdasarkan gambar, ada 40 sinyal yang menunjukkan bahwa ada 40 *channel* yang berbeda pada setiap subjek ketika melakukan satu kali perekaman EEG. Perbedaan *channel* yang digunakan dapat dilihat berdasarkan warna. Selain itu, pada Gambar 4.1 ada beberapa sinyal yang memiliki amplitudo yang tidak beraturan atau tidak stabil, hal ini disebabkan pada dataset terdapat delapan sinyal fisiologis yang tidak perlu terlibat dalam penelitian ini.



**Gambar 4.1:** Visualisasi sinyal EEG dengan 40 *Channel* pada subjek 1 video 12



(a)



(b)

**Gambar 4.2:** Sinyal EEG pada (a) *channel F8* (b) *channel AF3*



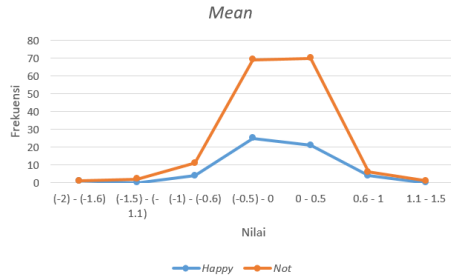
Gambar 4.2 merupakan sinyal yang didapat dari subjek satu video dua belas pada *channel* F8 dan AF3. Gambar 4.2 ini menunjukkan bahwa hasil sinyal akan berbeda pada *channel* yang berbeda.

### 4.2.2 Ekstraksi Fitur

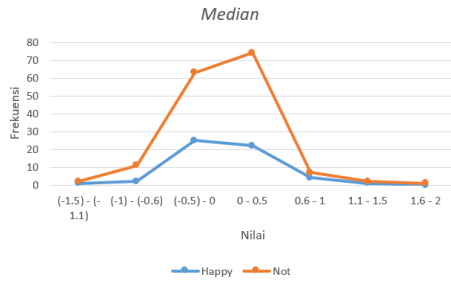
Fitur-fitur statistik diambil dari semua *channel* dan data yang telah dipilih. Ada sepuluh fitur yang didapatkan dari setiap *channel* dan setiap data. Fitur-fitur tersebut antara lain nilai *peak to peak*, nilai rata-rata amplitudo, nilai tengah amplitudo, deviasi standar, nilai *skewness*, nilai *kurtosis*, nilai rata-rata dari absolut turunan pertama, nilai rata-rata dari absolut turunan kedua, nilai normalisasi data dari rata-rata absolut turunan pertama dan nilai normalisasi data dari rata-rata absolut turunan kedua. Hasil ekstraksi fitur dapat dilihat pada Lampiran.



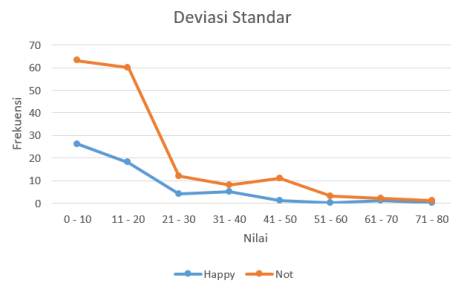
**Gambar 4.3:** Distribusi nilai *peak to peak*



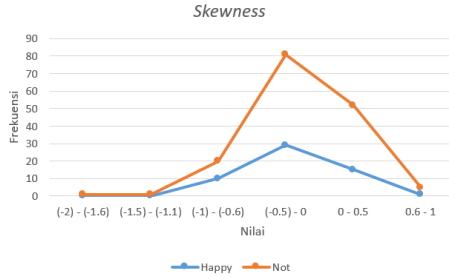
**Gambar 4.4:** Distribusi nilai *mean*



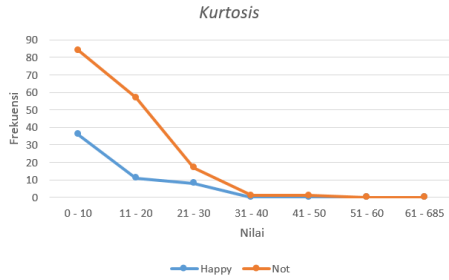
**Gambar 4.5:** Distribusi nilai *median*



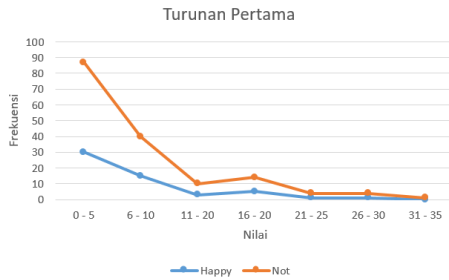
**Gambar 4.6:** Distribusi nilai deviasi standar



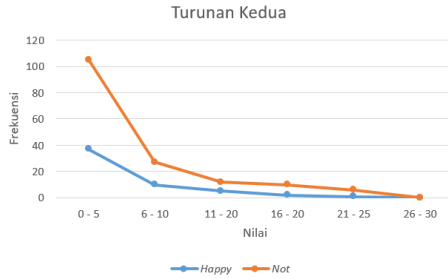
**Gambar 4.7:** Distribusi nilai *skewness*



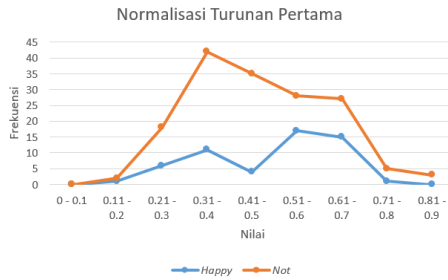
**Gambar 4.8:** Distribusi nilai *kurtosis*



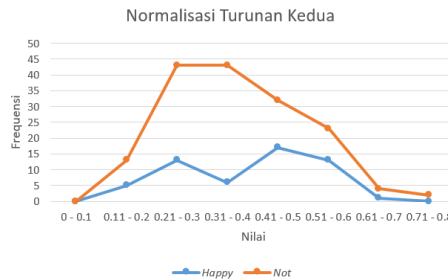
**Gambar 4.9:** Distribusi nilai turunan pertama



**Gambar 4.10:** Distribusi nilai turunan kedua



**Gambar 4.11:** Distribusi nilai normalisasi turunan pertama



**Gambar 4.12:** Distribusi nilai normalisasi turunan kedua

Grafik distribusi nilai statistik pada *channel* P7 dapat dilihat pada Gambar 4.3 hingga 4.12. Warna jingga menunjukkan emosi bukan senang dan warna biru menunjukkan emosi senang. Disini penulis memberi contoh distribusi nilai pada dua emosi saja untuk memperlihatkan adanya perbedaan nilai pada emosi yang berbeda. Dari Gambar 4.3 hingga 4.12 ini nilai normalisasi pada turunan pertama dan turunan kedua memiliki distribusi nilai yang baik dibandingkan nilai pada fitur-fitur lainnya yang menunjukkan bahwa fitur tersebut memiliki performansi yang baik pada sinyal domain waktu.

## 4.3 Analisis Pengujian

### 4.3.1 Pengujian terhadap $C$

Pada pengujian ini, pengelompokan emosi didasarkan pada parameter *valence*, *arousal* dan *dominance*. Nilai korelasi parameter *valence*, *arousal* dan *dominance* menghasilkan delapan emosi yang berbeda yaitu puas, senang, terkejut, terlindung, sedih, tidak peduli, marah dan takut. Parameter  $C$  disini dirubah-rubah sesuai dengan banyaknya emosi yang akan diklaster. Contohnya ketika ingin mengelompokkan dua emosi, parameter  $C$  diganti menjadi  $C=2$  begitu juga ketika akan mengelompokkan 3 hingga 8 emosi.

Pada  $C=2$  emosi yang dikelompokkan adalah emosi senang dan bukan senang, pada  $C=3$  emosi yang dikelompokkan adalah emosi senang, sedih dan bukan keduanya, pada  $C=4$  emosi yang dikelompokkan adalah emosi senang, sedih, takut dan bukan ketiganya, pada  $C=5$  emosi yang dikelompokkan adalah emosi senang, sedih, takut, marah dan bukan kesemuanya, pada  $C=6$  emosi yang dikelompokkan adalah emosi senang, sedih, takut, marah, puas dan bukan kesemuanya, pada  $C=7$  emosi yang dikelompokkan adalah emosi senang, sedih, takut, marah, puas, terkejut dan bukan kesemuanya, pada  $C=8$  emosi yang dikelompokkan adalah emosi senang, sedih, takut, marah, puas, terkejut, tidak peduli dan terlindung.

**Tabel 4.1:** Nilai rata-rata *silhouette* pada  $C=2$ ,  $C=3$ ,  $C=4$ ,  $C=5$ ,  $C=6$ ,  $C=7$  dan  $C=8$

Kombinasi <i>Channel</i>	C						
	2	3	4	5	6	7	8
F8 T7	0.8657	0.8730	0.5932	0.5969	0.5437	0.6259	0.5323
P7 FC2	0.8296	0.8483	0.4724	0.5919	0.6325	0.6945	0.5824
CP1 CP2	0.7469	0.8092	0.8324	0.5823	0.6556	0.6646	0.6461
F4 AF3	0.8017	0.8035	0.8691	0.5852	0.5672	0.5921	0.5896
F8 T7 CP1 CP2	0.8060	0.6575	0.6914	0.5457	0.4805	0.5021	0.4910
P7 FC2 F4 AF3	0.7213	0.7817	0.7211	0.5062	0.6141	0.4385	0.3962
F8 T7 CP1 CP2 P7 FC2 F4	0.7781	0.6355	0.6698	0.4179	0.4771	0.3811	0.3796
Semua Channel	0.7208	0.7010	0.7487	0.4826	0.4926	0.4203	0.3419
Rata-rata	0.7838	0.7637	0.6998	0.5386	0.5579	0.5399	0.4949

Tabel 4.1 menunjukkan nilai *silhouette* pada  $C=2$  hingga  $C=8$ . Nilai rata-rata *silhouette* tertinggi berada pada  $C=2$  dengan nilai 0.7838, sedangkan nilai rata-rata *silhouette* terendah didapatkan ketika  $C=8$  dengan nilai 0.4949.

Ketika  $C=2$  semua nilai menghasilkan angka 0.7 hingga 0.8 yang menunjukkan bahwa struktur fitur pada setiap data pada masing-masing *cluster* sudah cukup bagus yang menunjukkan bahwa data sudah berada pada *cluster* yang tepat. Ketika  $C=3$  ada dua kombinasi *channel* yang memiliki nilai rata-rata *silhouette* dibawah 7 yaitu kombinasi *channel* F8,T7,CP1 dan CP2 dan F8,T7,P7,FC2,CP2,CP1 dan F4. *channel* yang menunjukkan bahwa hasil klastering data tersebut belum cukup bagus. Sedangkan pada  $C=4$  ada empat kombinasi *channel* yang memiliki struktur kuat atau data sudah berada pada *cluster* yang tepat, tiga kombinasi *channel* yang memiliki struktur yang cukup baik, dan satu kombinasi *channel* yaitu P7 dan FC2 yang memiliki struktur yang lemah. Penjelasan lebih detail dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil *silhouette* ini semakin menurun ketika mengelompokkan data emosi yang lebih banyak.

Berdasarkan hasil rata-rata *silhouette* pada tabel 4.1, nilai *silhouette* cenderung menurun pada beberapa kombinasi *channel* ketika nilai  $C$  bertambah. Pada  $C=2$ ,  $C=3$ ,  $C=4$ ,  $C=5$ ,  $C=6$ ,  $C=7$  dan  $C=8$  nilai rata-rata *silhouette* yang didapatkan yaitu 0.783, 0.764, 0.6998, 0.5386, 0.5579, 0.5399 dan 0.4949. Berdasarkan nilai *silhouette* tersebut  $C=2$  memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan yang lainnya. Pada tabel dapat dilihat bahwa pada  $C=6$ , nilai rata-rata *silhouette* naik. Metode *silhouette* ini dipakai untuk mengetahui struktur fitur pada masing-masing *cluster* sehingga ketika  $C=6$  nilai rata-rata *silhouette* naik tersebut menunjukkan bahwa fitur-fitur pada  $C=6$  memiliki struktur lebih kuat ketika dilakukan pengelompokan pada enam jenis emosi dibandingkan dengan lima jenis emosi.

**Tabel 4.2:** Nilai *rand index* pada  $C=2$ ,  $C=3$ ,  $C=4$ ,  $C=5$ ,  $C=6$ ,  $C=7$  dan  $C=8$

Kombinasi <i>Channel</i>	C						
	2	3	4	5	6	7	8
F8 T7	58.75%	56.25%	50.00%	45.62%	40.62%	39.37%	37.50%
P7 FC2	56.25%	54.37%	43.12%	38.12%	41.87%	39.37%	36.25%
CP1 CP2	55.00%	52.50%	46.25%	37.50%	36.87%	36.25%	33.12%
F4 AF3	56.87%	50.62%	48.75%	38.12%	35.00%	32.50%	29.37%
F8 T7 CP1 CP2	58.75%	50.00%	46.87%	41.25%	36.25%	34.37%	33.12%
P7 FC2 F4 AF3	57.50%	50.62%	48.75%	40.62%	40.62%	33.75%	31.87%
F8 T7 CP1 CP2 P7 FC2 F4	60.62%	51.25%	48.12%	37.50%	38.12%	34.37%	33.12%
Semua Channel	57.50%	51.25%	43.12%	39.37%	38.12%	36.87%	28.12%
Rata-rata	57.66%	52.11%	46.87%	39.76%	38.43%	35.86%	32.81%

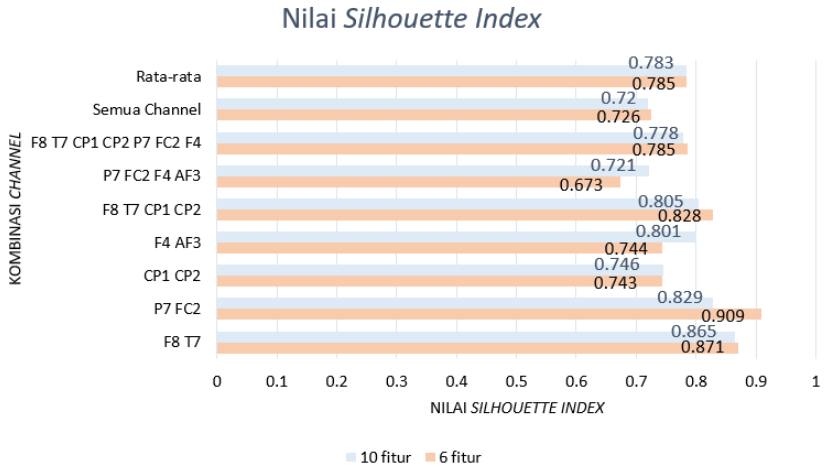


Pengujian juga dilakukan menggunakan persamaan *rand index* untuk mengetahui akurasi dari klustering yang dilakukan. Berbeda dengan hasil *silhouette*, berdasarkan Tabel 4.2 nilai akurasi *rand index* cenderung stabil menurun. Pada  $C=6$  nilai *silhouette* naik dibandingkan  $C=5$ , namun hasil akurasi nilai yang didapatkan menunjukkan bahwa akurasi pada  $C=6$  lebih rendah dibandingkan  $C=5$ . Nilai akurasi tertinggi terjadi ketika  $C=2$  atau ketika mengelompokkan dua emosi saja, dengan nilai 57.66%. Sedangkan nilai akurasi terendah terjadi ketika  $C=8$  dengan nilai 32.81%. Nilai akurasi ketika pengelompokan emosi yang lebih banyak ini menurun dapat disebabkan ketika melakukan pengelompokan emosi yang lebih banyak, butuh fitur-fitur yang lebih kompleks lagi. Selain itu untuk melakukan pengelompokan dua emosi *error* yang didapatkan kecil karena hanya dua emosi saja yang dikelompokkan. Metode yang digunakan juga mempengaruhi hasil akurasi.

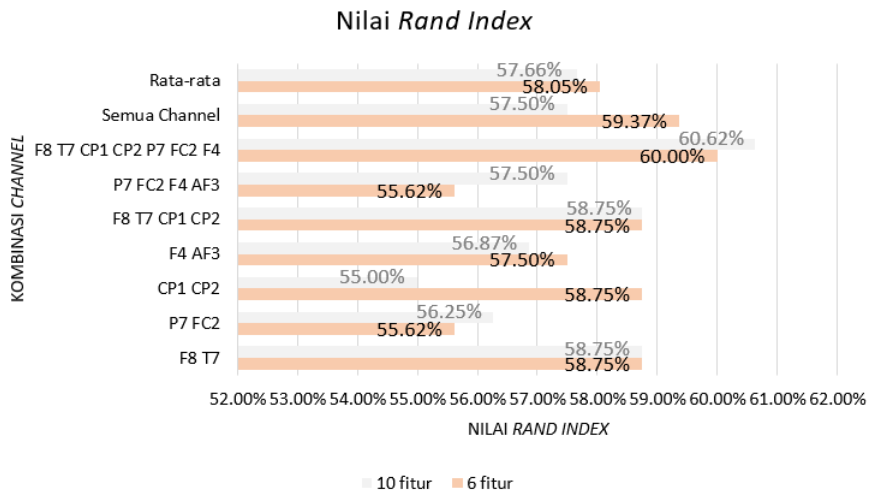
### 4.3.2 Pengujian terhadap Fitur Statistik

Berdasarkan hasil dari pengujian sebelumnya, nilai  $C$  yang paling optimal adalah  $C=2$  sehingga pada pengujian ini klustering dilakukan pada kondisi  $C=2$ . Pengujian terhadap fitur statistik dilakukan pada enam fitur yaitu nilai rata-rata amplitudo, deviasi standar, nilai rata-rata dari absolut turunan pertama, nilai rata-rata dari absolut turunan kedua, nilai normalisasi data dari rata-rata absolut turunan pertama dan nilai normalisasi data dari rata-rata absolut turunan kedua dan sepuluh fitur statistik dengan menambahkan fitur *peak to peak*, nilai tengah amplitudo, nilai *skewness*, nilai *kurtosis*.

Berdasarkan hasil yang didapat pada Gambar 4.13, ketika dilakukan pengujian dengan sepuluh fitur statistik terdapat kombinasi *channel* yang mengalami penurunan nilai *silhouette* dibandingkan pengujian pada enam fitur statistik. Kombinasi *channel* AF3 dan F4, P7 FC2 F4 dan AF3 mengalami kenaikan nilai *silhouette*, kombinasi *channel* P7 dan FC2, F8, T7, CP1 dan CP2 mengalami penurunan nilai *silhouette*, sedangkan kombinasi *channel* lainnya cenderung stabil. Nilai rata-rata pada pengujian dengan enam fitur statistik memiliki nilai *silhouette* yang lebih tinggi dibandingkan dengan sepuluh fitur statistik.



**Gambar 4.13:** Nilai rata-rata *silhouette* pada enam dan sepuluh fitur statistik

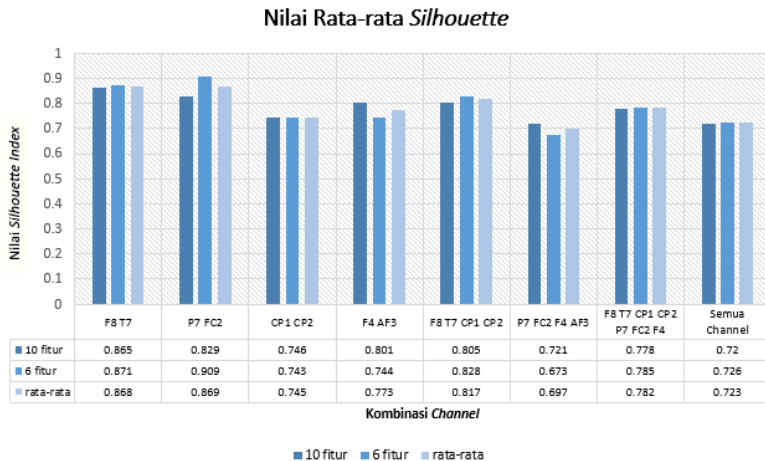


**Gambar 4.14:** Nilai rata-rata *rand index* pada enam dan sepuluh fitur statistik

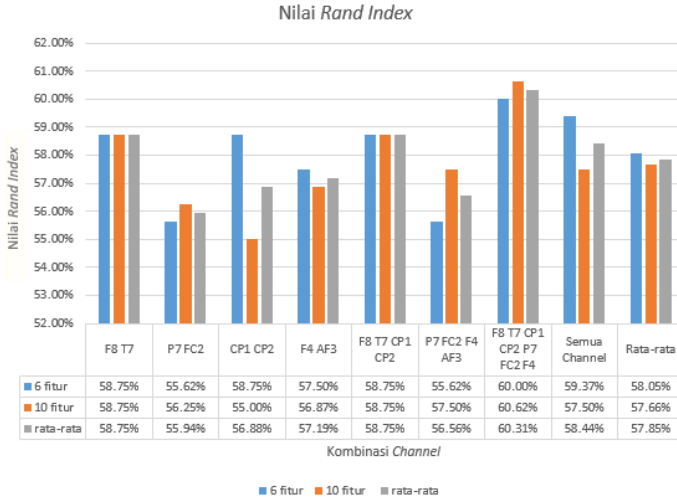
Hasil akurasi nilai *rand index* tidak jauh berbeda dengan hasil *silhouette index*. Gambar 4.14 menunjukkan bahwa nilai rata-rata akurasi *rand index* pada enam fitur statistik lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata *rand index* pada sepuluh fitur statistik. Pada enam fitur statistik *rand index* memiliki nilai 58.05%, sedangkan pada sepuluh fitur statistik nilai yang didapatkan adalah 57.66%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada pengujian dengan sepuluh fitur statistik ada nilai fitur yang kurang bisa membedakan emosi yang di *cluster*.

### 4.3.3 Pengujian terhadap Kombinasi *Channel*

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan kombinasi *channel* yang optimal. Gambar 4.15 menunjukkan hasil nilai *silhouette* ketika menggunakan 6 fitur dan 10 fitur statistik. Nilai tersebut kemudian dirata-rata untuk masing-masing kombinasi *channel*. Nilai rata-rata *silhouette* terendah terjadi pada kombinasi *channel* P7, FC2, F4 dan AF3 dengan nilai 0.697. Kombinasi *channel* P7 dan FC2 memiliki nilai rata-rata *silhouette* paling tinggi dengan nilai 0.869.



**Gambar 4.15:** Nilai rata-rata *silhouette* terhadap kombinasi *channel*



**Gambar 4.16:** Nilai *rand index* terhadap kombinasi *channel*

Berdasarkan Gambar 4.16, meskipun nilai *silhouette* pada kombinasi *channel* P7 dan FC2 memiliki nilai yang paling tinggi, nilai keakuratan *rand index* yang didapatkan adalah 55.94% dimana merupakan nilai akurasi terendah dibandingkan kombinasi *channel* lainnya. Hal tersebut dapat disebabkan meskipun nilai yang dihasilkan menunjukkan bahwa struktur fitur sudah dianggap baik dan masuk ke dalam *cluster*, belum tentu hal tersebut benar, ini terbukti dengan nilai akurasi *rand index* yang didapatkan. Nilai akurasi *rand index* tertinggi dimiliki oleh kombinasi *channel* F8, T7, CP1, CP2, P7, FC2 dan F4 dengan nilai *rand index* 60.31%. Apabila dibandingkan dengan kombinasi semua *channel* yang digunakan dengan nilai rata-rata akurasi 57.85% nilai akurasi pada kombinasi *channel* F8, T7, CP1, CP2, P7, FC2 dan F4 ini lebih tinggi. Hal tersebut dapat disebabkan fitur yang ada pada *channel* AF3 kurang bisa membedakan emosi yang ada sehingga klastering yang dihasilkan kurang optimal.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 5

## PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dalam tugas akhir ini, telah dilakukan pengambilan data sinyal EEG dari DEAP Dataset, kemudian dilakukan ekstraksi fitur dengan analisis statistik pada sinyal domain waktu pada data dan *channel* yang telah dipilih, data kemudian diklasifikasikan menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering*. Dari proses tersebut dapat dibuktikan bahwa sinyal EEG dapat dijadikan alternatif lain untuk mengidentifikasi emosi. Beberapa kesimpulan yang didapatkan dari tugas akhir ini adalah :

1. Pengujian terhadap delapan emosi dilakukan dengan *silhouette index* dan *rand index* yang menunjukkan bahwa nilai *silhouette* dan *rand index* cenderung menurun ketika parameter  $C$  bertambah, dimana  $C$  menunjukkan jumlah emosi yang dikelompokkan. Pada  $C=2$ ,  $C=3$ ,  $C=4$ ,  $C=5$ ,  $C=6$ ,  $C=7$  dan  $C=8$  nilai rata-rata akurasi *rand index* yang didapatkan yaitu 57.66%, 52.11%, 46.87%, 39.76%, 38.43% 35.86% dan 32.81%. Berdasarkan nilai tersebut  $C=2$  memiliki nilai tertinggi, begitu juga dengan hasil *silhouette index* yang didapatkan,  $C=2$  memiliki nilai akurasi 57.66%
2. Nilai akurasi ketika pengelompokan emosi yang lebih banyak ini menurun dapat disebabkan ketika melakukan pengelompokan emosi yang lebih banyak, butuh fitur-fitur yang lebih kompleks lagi. Selain itu untuk melakukan pengelompokan dua emosi *error* yang didapatkan kecil karena hanya dua emosi saja yang dikelompokkan. Metode yang digunakan juga mempengaruhi hasil akurasi.
3. Nilai rata-rata *silhouette index* pada pengujian dengan enam fitur statistik memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan sepuluh fitur statistik dengan nilai 0.784 dan akurasi 58.05%.
4. Pemilihan *channel* berpengaruh terhadap hasil klustering. Nilai akurasi *rand index* tertinggi dimiliki oleh kombinasi *channel* F8, T7, CP1, CP2, P7, FC2 dan F4 dengan nilai *rand*

*index* 60.31%, dimana menunjukkan bahwa fitur yang ada pada *channel* AF3 kurang bisa membedakan emosi yang ada sehingga memberikan berpengaruh terhadap hasil klustering.

## 5.2 Saran

Demi pengembangan lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, disarankan beberapa langkah lanjutan sebagai berikut :

1. Fitur yang digunakan bukan hanya dari domain waktu saja namun juga domain frekuensi dan domain waktu dan frekuensi. Ada beberapa fitur yang dapat digunakan yaitu seperti *Discrete Wavelet Transform* dan *Continuous Wavelet Transform*. [16].
2. Penambahan komposisi *channel* yang digunakan. Semakin banyak *channel* yang digunakan, nilai yang dihasilkan akan semakin baik [21].
3. Menerapkan metode *supervised learning* sehingga hasil klasifikasi yang didapatkan lebih baik. Penggunaan *supervised learning* seperti *Support Vector Machine* [21] maupun *K-Nearest Neighbor* bisa diterapkan.

## DAFTAR ISTILAH

$x_i$	=	Nilai data ke- $i$
$N$	=	Jumlah data
$\bar{x}$	=	Nilai rata-rata amplitudo sinyal
$Med$	=	Nilai tengah amplitudo sinyal
$\alpha$	=	Nilai deviasi standar sinyal
$\delta$	=	Nilai rata-rata absolut turunan pertama sinyal
$\bar{\delta}$	=	Nilai rata-rata absolut turunan kedua sinyal
$Sw$	=	Nilai skewness
$Kr$	=	Nilai kurtosis
$\gamma$	=	Nilai normalisasi dari rata-rata absolut turunan pertama sinyal
$\bar{\gamma}$	=	Nilai normalisasi dari rata-rata absolut turunan kedua sinyal
$J_m$	=	Fungsi objektif FCM
$k$	=	Iterasi
$C$	=	Jumlah <i>cluster</i>
$u_{ij}$	=	Matriks nilai derajat keanggotaan data tiap <i>cluster</i>
$c_j$	=	Matriks nilai pusat <i>cluster</i>
$\varepsilon$	=	Kriteria pemberhentian yang memiliki nilai $10^{-5}$
$Sk$	=	Nilai <i>Silhouette Index</i> A
$x_k$	=	Titik data pada <i>cluster</i> A
$a_k$	=	Jarak rata-rata $x_k$ ke titik di <i>cluster</i> A
$b_k$	=	Nilai minimum jarak rata-rata $x_k$ ke titik di <i>cluster</i> terdekat B



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Koelstra, C. Muehl, M. Soleymani, J. S. Lee, A. Yazdani, T. Ebrahimi, T. Pun, A. Nijholt, and I. Patras, “Deap: A database for emotion analysis using physiological signals,” vol. 3, no. 1, pp. 18–31, 2012. (Dikutip pada halaman ix, xi, 6, 19).
- [2] M. Teplan, “Fundamental of eeg measurement,” vol. 2, 2002. (Dikutip pada halaman ix, 1, 7, 8, 23).
- [3] P. J. Rousseeuw, “Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis,” Journal of Computational and Applied Mathematics, vol. 20, pp. 53–65, november 1987. (Dikutip pada halaman ix, 14, 15).
- [4] T. C. T. ltd, “10/20 system positioning manual,” 2012. (Dikutip pada halaman ix, 23).
- [5] M. Rawashdeh and A. Ralescu, “Fuzzy cluster validity with generalized silhouettes,” (Dikutip pada halaman xi, 14, 15).
- [6] E. Hristova, M. Grinberg, and E. Lalev, “Biosignal based emotion analysis of human-agent interactions,” vol. 5641, pp. 63–75, 2008. (Dikutip pada halaman 1).
- [7] A. F. L. da Silva, E. Niedermeyer, and F. L. da Silva, Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields 3rd Edition. 1993. (Dikutip pada halaman 1).
- [8] K. Ishino and M. Hagiwara, “A feeling estimation system using a simple electroencephalograph,” in Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, vol. 5, pp. 4204–4209, 2003. (Dikutip pada halaman 1).
- [9] M. Ali and M. Asrori, Psikologi remaja: Perkembangan peserta didik. Jakarta: Bumi Aksara, 2010. (Dikutip pada halaman 5).
- [10] J. Prinz, “Which emotions are basic?,” 2004. (Dikutip pada halaman 5).

- [11] J. A. Russel, “A circumplex model of affect,” vol. 32, no. 6, 1980. (Dikutip pada halaman 5).
- [12] G. Aydin, Seda, T. Kaya, and H. Guler, “Wavelet-based study of valencearousal model of emotions on eeg signals with labview,” vol. 3(2), pp. 109–117, Jun 2016. (Dikutip pada halaman 6).
- [13] D. Brunet and Y. et al, “Electroencephalography, guidelines for clinical practice and facility standards,” 2000. (Dikutip pada halaman 8).
- [14] P. V. V. Rao, Principles of Communication. (Dikutip pada halaman 9).
- [15] M. Islam, T. Ahmed, S. M. Sheikh, U. Y. Salah, and M. Ahmad, “Human emotion recognition using frequency statistical measure of eeg signals,” 2013. (Dikutip pada halaman 9).
- [16] R. Jenke, A. Peer, and M. Buss, “Feature extraction and selection for emotion recognition from eeg,” IEEE TRANSACTIONS ON AFFECTIVE COMPUTING, vol. 5, July-September 2015. (Dikutip pada halaman 9, 23, 46).
- [17] E. T. Luthfi, “Fuzzy c-means untuk clustering data,” Seminar Nasional Teknologi 2007, November 2007. (Dikutip pada halaman 12, 13).
- [18] V.Chitraa and A. S. Thanamani, “Web log data analysis by enhanced fuzzy c means clustering,” International Journal on Computational Sciences Applications (IJCSA), vol. 4, April 2014. (Dikutip pada halaman 12, 16).
- [19] A. Sheshasayee and P. Sharmila, “Comparative study of fuzzy c means and k means algorithm for requirement clustering,” Indian Jurnal of Science and Technology, vol. 7(6), pp. 853–857, June 2014. (Dikutip pada halaman 13).
- [20] M. B. Al-Zoubi and M. al Rawi, “An efficient approach for computing silhouette coefficients,” vol. 4, no. 3, pp. 252–255, 2008. (Dikutip pada halaman 15).

- [21] Y. Liu and O. Sourina, “Real-time subject-dependent eeg-based emotion recognition algorithm,” (Dikutip pada halaman 20, 46).
- [22] P. Jahankhani, V. Kodogiannis, and K. Revett, “Signal classification using wavelet feature extraction and neural networks,” IEEE Transactions on Modern Computing, 2006. (Dikutip pada halaman 22).
- [23] T. Alotaiby<sup>1</sup>, F. E. A. El-Samie, S. A. Alshebeili, and I. Ahmad, “A review of channel selection algorithms for eeg signal processing,” EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 2015. (Dikutip pada halaman 23).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

**Tabel 1:** *Channel* yang digunakan pada DEAP Dataset

<i>Channel</i> no.	Ch. Twente	Ch. Geneva
1	Fp1	Fp1
2	AF3	AF3
3	F7	F3
4	F3	F7
5	FC1	FC5
6	FC5	FC1
7	T7	C3
8	C3	T7
9	CP1	CP5
10	CP5	CP1
11	P7	P3
12	P3	P7
13	Pz	PO3
14	PO3	O1
15	O1	Oz
16	Oz	Pz
17	O2	Fp2
18	PO4	AF4
19	P4	Fz
20	P8	F4
21	CP6	F8
22	CP2	FC6
23	C4	FC2
24	T8	Cz
25	FC6	C4
26	FC2	T8
27	F4	CP6
28	F8	CP2
29	AF4	P4
30	Fp2	P8
31	Fz	PO4
32	Cz	O2

**Tabel 2:** Data yang digunakan dalam Tugas Akhir

Subjek	Video ke-	<i>Valence</i>	<i>Arousal</i>	<i>Dominance</i>	Emosi
s01	1	7.71	7.6	6.9	Senang
s01	2	8.1	7.31	7.28	Senang
s01	3	8.58	7.54	9	Senang
S01	11	2.99	2.36	3.63	Sedih
s01	12	2.71	2.77	3.4	Sedih
s01	18	7.23	7.15	6.94	Senang
s01	19	7.17	8	8.1	Senang
s01	20	8.26	7.91	7.19	Senang
s01	21	9	7.95	8.37	Senang
s01	24	7.04	7.09	8.01	Senang
s01	25	8.86	7.21	8.65	Senang
s01	26	7.28	7.27	7.41	Senang
S01	29	1.36	2.27	3	Sedih
s02	2	8.01	7.01	8.04	Senang
s02	3	9	9	8.96	Senang
s02	8	9	9	9	Senang
s02	9	9	7	9	Senang
s02	14	8.94	9	8.97	Senang
s02	15	9	8.01	8.06	Senang
s02	17	9	3	6.03	Puas
s02	19	9	8.32	8.06	Senang
s02	20	8.97	9	8.03	Senang
s02	23	1	2.97	1	Sedih
s02	25	9	9	8.1	Senang
s02	26	9	8.04	9	Senang
s02	30	2.01	7.05	1	Takut
s02	32	1	9	2.01	Takut
s02	38	1	9	1	Takut
s02	39	1	1	2.97	Sedih
s04	3	8.95	8.1	5.85	Senang
s04	7	2.94	1.99	2.92	Sedih
s04	11	7.24	7.08	6.08	Senang
s04	16	2.51	2.95	1.08	Sedih

Halaman Selanjutnya

Table 2 Lanjutan Halaman Sebelumnya

Subjek	Video ke-	<i>Valence</i>	<i>Arousal</i>	<i>Dominance</i>	Emosi
s04	20	8.17	8.05	6.08	Senang
s04	21	1.77	2.06	3.73	Sedih
s04	22	1.86	2.78	4.97	Sedih
s04	31	2.01	2.23	1	Sedih
s04	33	1	1.97	3.67	Sedih
s04	34	2.71	2.18	3.46	Sedih
s04	35	2.03	2.88	1.06	Sedih
s04	37	1	1	1	Sedih
s04	38	1.79	1.85	1.78	Sedih
s05	2	9	9	7.97	Senang
s05	23	1	7.05	7	Marah
s05	30	2.94	8.1	9	Marah
s05	37	1.91	7.01	6.04	Marah
s06	5	7.01	7.38	6.55	Senang
s07	7	7.08	7.06	7.06	Senang
s07	10	7.09	7.04	8.06	Senang
s07	11	7.03	7.09	2.97	Terkejut
s07	13	8	2.96	1.94	Terlindung
s07	36	8.1	9	7	Senang
s07	39	7.01	7.01	7.05	Senang
s07	40	7.01	7.03	6.03	Senang
s08	6	7.4	7.26	5.94	Senang
s08	9	8.78	7.24	6.35	Senang
s08	29	2.78	2.99	3.62	Sedih
s08	36	1.21	7.94	3.03	Takut
s09	13	8.15	7.04	8.17	Senang
s10	7	8.96	7.58	4.95	Terkejut
s11	13	8.42	1.82	6.01	Puas
s11	24	2.88	1.06	6.44	Tidak peduli
s11	35	1.23	8.1	4.94	Takut
s12	3	7.33	7.33	7.12	Senang
s12	33	1.9	7.97	1.9	Takut
s12	37	1	7.96	1.85	Takut
Halaman Selanjutnya					



Table 2 Lanjutan Halaman Sebelumnya

Subjek	Video ke-	<i>Valence</i>	<i>Arousal</i>	<i>Dominance</i>	Emosi
s13	3	9	7.06	6.05	Senang
s13	4	7.08	7.01	5.09	Senang
s13	7	2.99	8.03	8.08	Marah
s13	8	7.99	7.03	7.03	Senang
s13	28	7.08	8.01	4.03	Terkejut
s13	31	1.97	9	1	Takut
s13	34	2.92	8.99	9	Marah
s13	37	1	8.97	1	Takut
s13	39	1.97	9	1.99	Takut
S14	1	8.22	7.78	4	Terkejut
s14	28	2.53	2.96	2.1	Sedih
S15	5	9	7.15	9	Senang
s15	17	8.1	2.96	7.04	Puas
s15	38	2.08	7.08	1.03	Takut
s16	34	1	7.53	1	Takut
s17	39	7.1	7.03	5.95	Senang
s19	30	2.85	2.26	3.76	Sedih
s20	5	8.82	8.06	5.04	Senang
s20	9	8.22	7.31	7.86	Senang
s21	5	8.09	7.15	8.55	Senang
s21	8	8.81	7.1	7.13	Senang
s21	9	8.56	7	8.6	Senang
s21	14	8.1	7.1	6.87	Senang
s21	33	7.03	7.04	9	Senang
s22	2	7.08	7.05	6.06	Senang
s22	9	9	8.05	9	Senang
s22	30	1	7.03	3.04	Takut
s22	36	1.96	7.06	7.05	Marah
s22	38	1	7.05	1.97	Takut
s22	39	1	7.01	4.03	Takut
s22	40	2.97	1.96	5.04	Tidak peduli
s23	2	9	9	9	Senang
s23	12	7	1.91	7.04	Puas
Halaman Selanjutnya					

Table 2 Lanjutan Halaman Sebelumnya

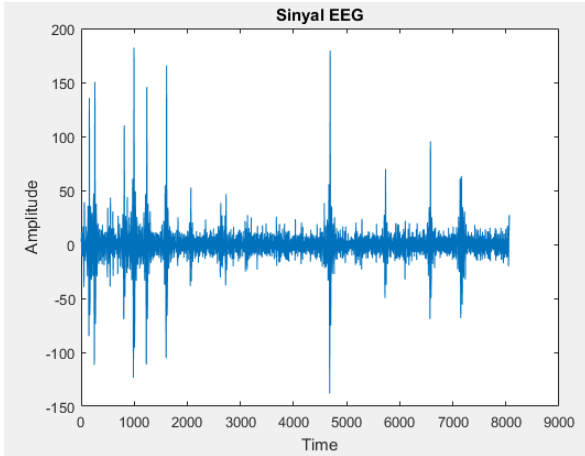
Subjek	Video ke-	<i>Valence</i>	<i>Arousal</i>	<i>Dominance</i>	Emosi
s23	14	8.01	7.01	7.85	Senang
s23	17	2.86	1	3.51	Sedih
s23	21	1.91	1	7.38	Tidak peduli
s23	22	2.97	1	5.06	Tidak peduli
s24	3	8.96	7.12	8.96	Senang
s24	18	8.96	7	7.09	Senang
s24	23	1	8.06	1.97	Takut
s24	32	3	8.01	4.03	Takut
s25	11	9	9	6.08	Senang
s25	20	7.08	7.09	8.06	Senang
s25	31	1.01	7.12	3.06	Takut
s25	37	1	7.08	9	Marah
s25	38	1	7.05	8.09	Marah
s26	1	7.97	7.9	6.21	Senang
s26	3	9	8.08	7.1	Senang
s26	4	8.03	8.05	6.09	Senang
s26	9	8.05	7.17	6.04	Senang
s26	14	9	8.05	7.13	Senang
s26	18	9	2.99	6.17	Puas
S26	23	2.28	2.88	3.96	Sedih
s26	31	1.97	1.94	3.09	Sedih
S26	33	1	1	3.99	Sedih
S26	35	2.97	1	3.09	Sedih
S26	36	2.92	1.92	2.72	Sedih
S26	38	1.15	1.06	2.18	Sedih
s27	2	7	7.03	9	Senang
s27	3	9	8.04	9	Senang
s27	4	7.05	7.01	9	Senang
s27	9	8.99	9	9	Senang
s27	13	7.01	7.14	9	Senang
s27	18	9	8.99	9	Senang
s27	21	9	8.14	9	Senang
s27	30	7.08	7.04	8.96	Senang
Halaman Selanjutnya					

Table 2 Lanjutan Halaman Sebelumnya

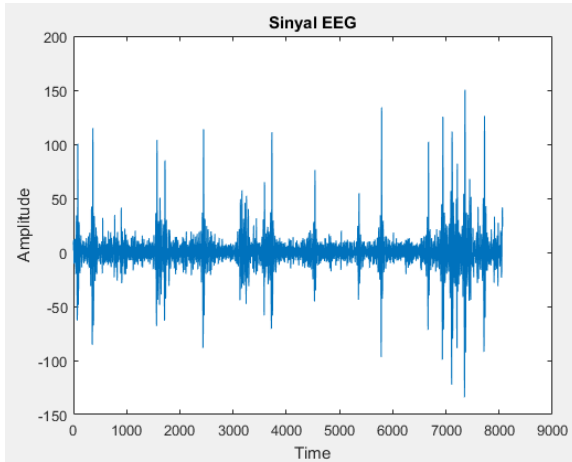
Subjek	Video ke-	<i>Valence</i>	<i>Arousal</i>	<i>Dominance</i>	Emosi
s27	39	2.14	1.01	9	Sedih
s28	1	7.03	7.09	8.01	Senang
s28	7	8.09	9	7.08	Senang
S28	13	2.09	1.01	2.05	Sedih
s28	18	8.08	2.97	5.06	Puas
s28	19	7.03	7.08	7.06	Senang
s28	26	1.99	1	1.91	Sedih
S28	29	2.06	1.97	2.92	Sedih
S28	30	1.99	2	2.88	Sedih
s28	40	7.1	7.04	7.14	Senang
s29	2	7.05	7.05	7.01	Senang
s29	4	7.17	8.09	8.06	Senang
s29	7	7.04	7.1	8.06	Senang
S29	16	3	1	2.05	Sedih
s29	21	2.92	2.03	8.03	Sedih
S29	23	2.05	1	2.88	Sedih
S29	28	1.04	2.1	2.03	Sedih
s29	33	1.99	7.03	1	Takut
S29	38	1.88	1.79	1	Sedih
s30	19	8.27	7.03	5.01	Senang
S30	23	3	2.99	3.06	Sedih
s31	11	9	2.82	8.23	Puas
s31	23	1	7.08	8.04	Marah
s31	32	1	7.97	1.01	Takut
s31	34	1.95	8.03	2.08	Takut
s32	19	8.24	7.24	9	Senang
s32	24	1	7.31	4.85	Takut
s32	30	1	7.27	4.73	Takut

**Tabel 3:** Fitur statistik pada *channel* F8

Subjek	Video ke-	<i>Peak to Peak</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	Deviasi Standar	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>1st difference</i>	<i>2nd difference</i>	<i>normalized1</i>	<i>normalized2</i>
s01	1	23.5480	0.0349	0.0290	2.6761	0.0017	3.5346	1.5082	1.1462	0.5636	0.4283
s01	2	29.3890	0.0611	0.0671	2.9433	-0.0116	4.0441	1.5576	1.1658	0.5292	0.3961
s01	3	34.0732	-0.0163	0.0091	2.9232	-0.0194	3.9388	1.6071	1.2094	0.5498	0.4137
s01	18	23.4934	-0.0174	-0.0166	2.5671	-0.0544	3.5052	1.4862	1.1432	0.5789	0.4453
s01	19	28.2594	-0.0196	-0.0120	2.8270	-0.1195	3.7134	1.5649	1.1535	0.5536	0.4080
s01	20	22.3808	0.0184	0.0432	2.6398	-0.0279	3.2738	1.5128	1.1796	0.5731	0.4468
s01	21	25.0303	-0.0353	-0.0083	2.7864	-0.1154	3.6072	1.5398	1.1635	0.5526	0.4176
s01	24	24.4709	0.0474	-0.0375	2.7674	0.0529	3.4213	1.5342	1.1771	0.5544	0.4253
s01	25	28.4749	0.0272	0.1149	2.9295	-0.1607	3.7057	1.6024	1.1971	0.5470	0.4086
s01	26	26.1675	0.0553	0.1117	3.0233	-0.1380	3.7944	1.6973	1.2920	0.5614	0.4273
s02	2	299.0204	-0.0767	-0.1942	17.3985	0.7253	17.9679	4.9160	3.6630	0.2826	0.2105
s02	3	329.6010	-0.1129	-0.2173	15.4068	1.0235	37.1577	4.1238	3.2284	0.2677	0.2095
s02	8	320.0775	-0.1255	-0.1402	17.0793	1.1539	27.5490	4.8266	3.6011	0.2826	0.2108
s02	9	237.5905	0.0478	-0.0399	11.5622	0.4958	25.2608	3.5102	2.7093	0.3036	0.2343
s02	14	331.0301	0.8289	0.8214	14.2290	1.1665	33.0292	4.1211	3.1095	0.2896	0.2185
s02	15	369.6853	-0.4197	-0.3577	16.1183	0.6589	34.9453	4.3426	3.2711	0.2694	0.2029
s02	19	339.4947	-0.0077	-0.0134	21.1010	0.9444	18.1185	5.2025	3.7431	0.2466	0.1774
s02	20	217.6432	-0.0024	-0.0117	14.8648	0.8208	16.4240	4.6007	3.4322	0.3095	0.2309
s02	25	266.5061	0.5140	0.4010	22.8308	0.6435	10.3461	5.2618	3.4655	0.2305	0.1518
s02	26	371.1554	0.7886	0.7744	26.8112	0.9512	14.6563	6.1104	4.2149	0.2279	0.1572
s04	3	305.6449	0.0136	-0.0259	18.3922	0.6281	14.2201	5.3344	3.9524	0.2900	0.2149
s04	11	271.5970	0.3285	0.2941	17.8025	0.6542	16.1353	5.4115	4.1013	0.3040	0.2304
											dst
s30	19	240.2796	0.0394	0.3292	12.4522	-0.5158	19.3240	4.6994	3.6932	0.3774	0.2966
s32	19	100.9176	0.2333	0.2825	6.3293	-0.2275	11.8721	3.7813	3.0465	0.5974	0.4813



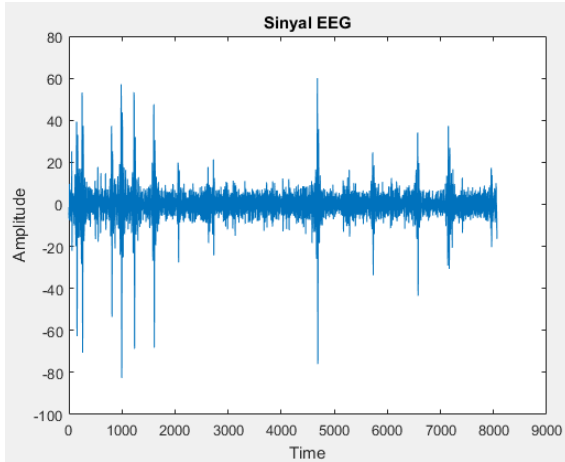
**Gambar 1:** Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada *channel* F8



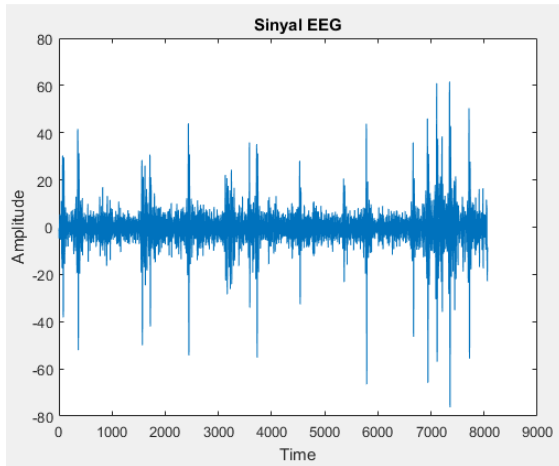
**Gambar 2:** Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada *channel* F8

**Tabel 4:** Fitur statistik pada *channel T7*

Subjek	Video ke-	<i>Peak to Peak</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Deviasi Standar</i>	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>1st difference</i>	<i>2nd difference</i>	<i>normalized1</i>	<i>normalized2</i>
s01	1	38.9716	-0.0003	0.0235	3.4488	0.0226	4.0911	1.9062	1.4835	0.5527	0.4302
s01	2	34.9216	-0.0348	-0.0755	3.7777	0.0396	3.8259	1.9807	1.5109	0.5243	0.4000
s01	3	70.0715	0.0068	0.0858	3.8938	0.2264	6.7601	2.1206	1.6169	0.5446	0.4153
s01	18	34.1916	-0.0163	-0.0545	3.2814	0.1279	4.2325	1.7944	1.3852	0.5468	0.4221
s01	19	42.6514	-0.0670	-0.0281	3.7437	0.0907	4.9607	1.8935	1.4260	0.5058	0.3809
s01	20	44.4807	-0.0635	-0.0880	3.8724	0.1404	4.2491	2.1790	1.7333	0.5627	0.4476
s01	21	41.7078	0.0258	0.0427	4.2567	0.1024	4.6538	2.1624	1.6950	0.5080	0.3982
s01	24	44.1822	-0.0028	-0.0365	3.4835	0.0219	4.5634	1.8559	1.4519	0.5328	0.4168
s01	25	34.0799	-0.0361	-0.0706	3.8283	-0.0347	3.6620	2.0870	1.6163	0.5452	0.4222
s01	26	127.1177	0.0135	-0.0451	4.8625	0.9171	23.8445	3.0091	2.4188	0.6188	0.4974
s02	2	134.7006	0.0129	0.0215	8.5463	-0.6597	15.0739	2.6677	1.9561	0.3121	0.2289
s02	3	152.5185	0.0788	0.0878	7.7016	-0.7899	28.6672	2.3174	1.7311	0.3009	0.2248
s02	8	142.6878	0.1053	0.1699	8.2595	-0.9314	22.2688	2.6149	1.9952	0.3166	0.2416
s02	9	112.7412	-0.0372	0.0362	6.1310	-0.4055	16.8989	2.2466	1.7146	0.3664	0.2797
s02	14	147.0317	-0.3670	-0.3468	7.0543	-0.7638	23.4220	2.3382	1.7532	0.3315	0.2485
s02	15	183.0698	0.2019	0.2753	8.1589	-0.6069	27.1343	2.5116	1.8472	0.3078	0.2264
s02	19	153.4989	-0.0098	0.1250	10.0886	-0.7540	16.3197	2.7627	1.9560	0.2738	0.1939
s02	20	103.7536	0.0284	0.1112	7.4590	-0.7418	13.2274	2.5659	1.9328	0.3440	0.2591
s02	25	128.2452	-0.2111	-0.1802	11.2348	-0.5670	9.6240	2.9211	1.9584	0.2600	0.1743
s02	26	180.5958	-0.3392	-0.2557	12.8703	-0.9302	13.4890	3.1999	2.1965	0.2486	0.1707
s04	3	1909.4267	0.2500	0.5131	103.4079	0.9731	26.4136	23.4405	16.6263	0.2267	0.1608
s04	11	1810.6181	1.9603	1.6726	110.4453	0.8311	21.6785	26.2153	18.7079	0.2374	0.1694
											dst
s30	19	239.7236	0.0271	-0.0942	12.0724	0.5239	19.3957	5.2909	4.1430	0.4383	0.3432
s32	19	199.5645	0.5406	0.6167	11.0227	-0.3863	20.1384	5.6252	4.5959	0.5103	0.4169



**Gambar 3:** Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada *channel* T7

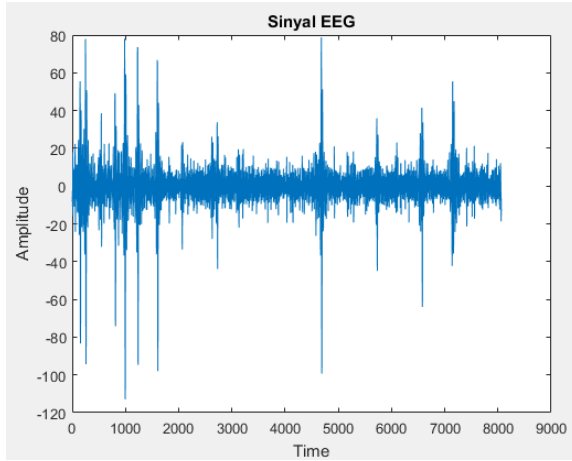


**Gambar 4:** Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada *channel* T7

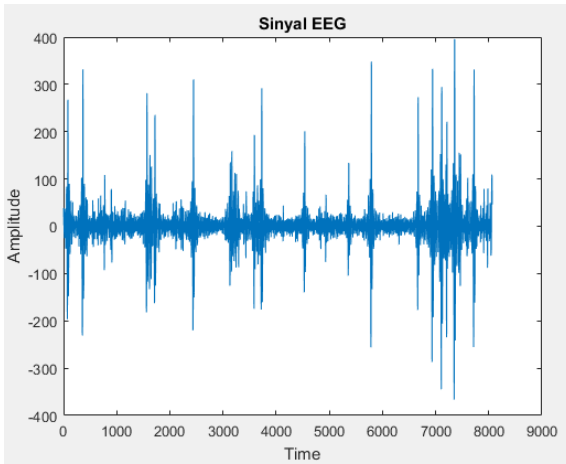
**Tabel 5:** Fitur statistik pada *channel P7*

Subjek	Video ke-	<i>Peak to Peak</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Deviasi Standar</i>	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>1st difference</i>	<i>2nd difference</i>	<i>normalized1</i>	<i>normalized2</i>
s01	1	47.3916	0.0233	0.0210	4.6419	0.0666	4.2605	2.4179	1.7936	0.5209	0.3864
s01	2	64.2301	0.0047	-0.0045	5.1217	-0.0731	5.0530	2.4662	1.8477	0.4815	0.3608
s01	3	62.5925	-0.0636	-0.0755	5.2826	-0.0709	4.6540	2.5219	1.8868	0.4774	0.3572
s01	18	49.8364	-0.0073	0.0061	4.6247	-0.1024	5.3346	2.2175	1.6543	0.4795	0.3577
s01	19	60.9561	0.1585	0.2077	5.6539	-0.1019	5.1933	2.5118	1.8453	0.4443	0.3264
s01	20	51.0406	-0.0801	-0.0549	5.1482	-0.0945	4.5067	2.7034	2.1101	0.5251	0.4099
s01	21	58.7291	-0.0693	-0.0606	5.7691	-0.0495	5.0735	2.6131	1.9716	0.4530	0.3417
s01	24	61.9494	-0.0228	-0.0124	4.6300	-0.0379	4.9986	2.3495	1.7478	0.5075	0.3775
s01	25	60.8710	-0.0238	0.0836	5.3844	-0.0695	4.1914	2.5526	1.8842	0.4741	0.3499
s01	26	49.9057	0.0243	0.0552	5.3274	-0.0167	3.9096	2.9237	2.2912	0.5488	0.4301
s02	2	189.7562	0.0316	0.0427	12.0196	-0.6431	15.0286	4.0129	3.1206	0.3339	0.2596
s02	3	208.0618	0.0821	0.1817	10.6189	-0.7379	27.4922	3.3772	2.6263	0.3180	0.2473
s02	8	191.7165	0.1432	0.1962	11.5437	-0.8336	20.9700	3.9960	3.1142	0.3462	0.2698
s02	9	162.6050	-0.0343	0.0654	8.3039	-0.5354	20.4258	2.9259	2.2412	0.3524	0.2699
s02	14	203.1876	-0.5115	-0.5744	9.7882	-0.6228	21.1388	3.4531	2.6612	0.3528	0.2719
s02	15	254.4346	0.2664	0.3381	11.1917	-0.5222	28.3065	3.4743	2.6724	0.3104	0.2388
s02	19	211.2596	0.0147	-0.0879	14.0814	-0.7220	15.4737	3.8602	2.7569	0.2741	0.1958
s02	20	142.0691	0.0270	0.0029	10.2424	-0.6481	13.0101	3.4840	2.6581	0.3401	0.2595
s02	25	178.7374	-0.3047	-0.1421	15.5366	-0.5244	9.0613	4.2142	2.8673	0.2712	0.1845
s02	26	240.3765	-0.4781	-0.3612	17.9573	-0.8619	13.2904	4.3280	2.9702	0.2410	0.1654
s04	3	133.0652	-0.0567	-0.0467	8.2349	-0.5728	17.0143	2.6401	1.9618	0.3206	0.2382
s04	11	115.3163	-0.1022	-0.0049	8.3176	-0.5181	13.5078	2.7382	2.0734	0.3292	0.2493
											dst
s30	19	102.2667	-0.0297	-0.1426	6.3112	-0.0306	9.1915	2.9141	2.3143	0.4617	0.3667
s32	19	91.5845	-0.1560	-0.2946	6.8238	0.3883	7.6823	4.5217	3.5408	0.6626	0.5189





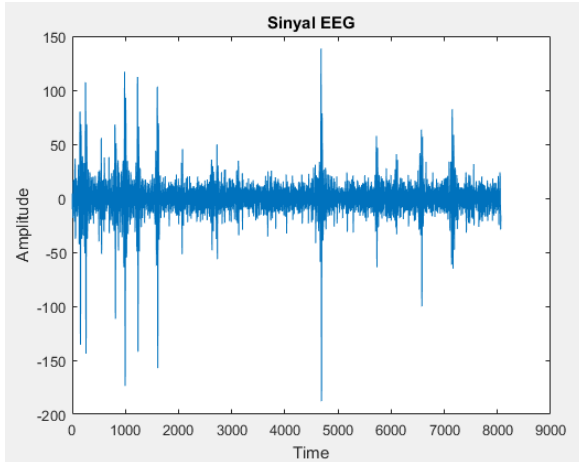
**Gambar 5:** Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada *channel* P7



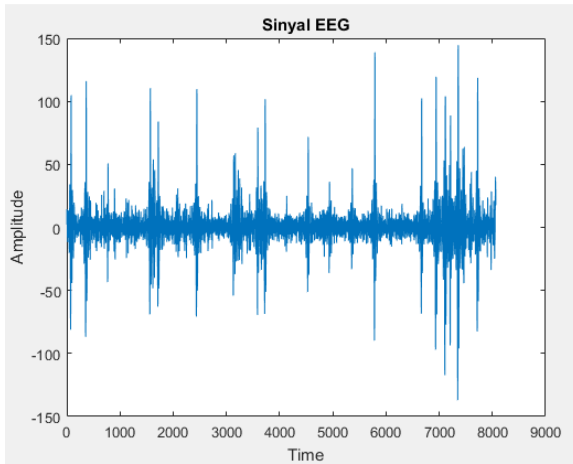
**Gambar 6:** Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada *channel* P7

**Tabel 6:** Fitur statistik pada *channel* FC2

Subjek	Video ke-	<i>Peak to Peak</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Deviasi Standar</i>	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>1st difference</i>	<i>2nd difference</i>	<i>normalized1</i>	<i>normalized2</i>
s01	1	44.8088	0.0146	0.0718	4.4737	-0.1746	4.0521	2.5865	2.0639	0.5782	0.4613
s01	2	47.0194	-0.0787	-0.0165	4.8020	-0.0451	3.7683	2.6234	2.0234	0.5463	0.4214
s01	3	152.1353	-0.0080	-0.0199	5.2515	-1.2229	31.1937	2.7402	2.1198	0.5218	0.4037
s01	18	50.6040	0.0111	0.0216	4.4629	-0.1571	4.5441	2.7246	2.1680	0.6105	0.4858
s01	19	57.1737	0.1041	0.2399	4.8457	-0.2175	5.0377	2.3820	1.8158	0.4916	0.3747
s01	20	55.1453	0.0904	0.1242	5.1388	-0.1240	4.3105	3.0592	2.3878	0.5953	0.4647
s01	21	58.7935	-0.0281	-0.0381	5.6998	-0.0620	4.4958	3.2900	2.6312	0.5772	0.4616
s01	24	48.0946	0.0614	0.1724	4.3196	-0.0943	3.9166	2.3692	1.8596	0.5485	0.4305
s01	25	43.3477	0.0767	0.0726	5.0584	-0.0681	3.5006	2.8798	2.2986	0.5693	0.4544
s01	26	100.6934	-0.0115	-0.0114	5.8906	-0.3542	7.6986	3.8412	3.1069	0.6521	0.5274
s02	2	311.0360	0.0764	0.0577	18.4853	-0.6055	15.5059	6.5962	5.1568	0.3568	0.2790
s02	3	322.1021	0.0962	0.2336	15.7821	-0.7618	29.1546	5.1775	4.0399	0.3281	0.2560
s02	8	326.3885	0.1465	0.1063	17.8878	-0.9592	22.2937	6.4694	4.9924	0.3617	0.2791
s02	9	253.5426	-0.0229	-0.0118	12.3658	-0.4538	23.6897	3.9678	3.0345	0.3209	0.2454
s02	14	311.6627	-0.8186	-0.6977	14.2641	-0.8707	25.4412	4.6172	3.5758	0.3237	0.2507
s02	15	359.9760	0.4369	0.3643	16.4957	-0.4987	29.5327	5.0320	3.8146	0.3051	0.2312
s02	19	318.5659	0.0519	0.1159	21.2494	-0.8540	15.7952	5.5445	4.0187	0.2609	0.1891
s02	20	210.8246	0.0140	0.0714	15.2524	-0.6835	14.7160	4.9727	3.7088	0.3260	0.2432
s02	25	274.4216	-0.4815	-0.2134	22.9733	-0.5765	9.6510	5.7390	3.9909	0.2498	0.1737
s02	26	365.4792	-0.7522	-0.8257	27.2340	-0.8745	14.0067	6.2311	4.3132	0.2288	0.1584
s04	3	1143.6652	-0.1752	-0.1449	59.8369	-1.0017	28.8984	12.8822	8.9858	0.2153	0.1502
s04	11	1047.6682	-1.0654	-0.8708	64.4244	-0.8336	21.8411	15.0917	10.7370	0.2343	0.1667
											dst
s30	19	469.6848	-0.0190	0.4537	20.8242	-0.1067	22.4246	9.1315	7.2128	0.4385	0.3464
s32	19	933.5450	2.3817	3.6914	52.5429	-0.5219	20.8713	24.7769	19.5401	0.4716	0.3719



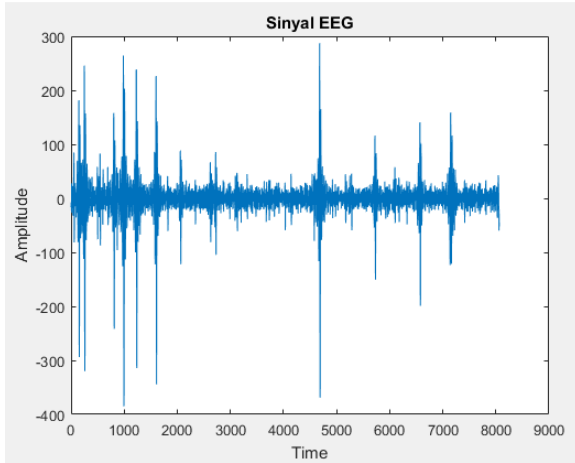
**Gambar 7:** Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada *channel* FC2



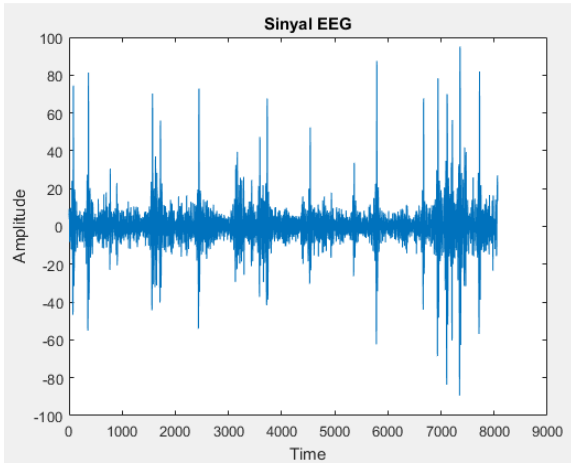
**Gambar 8:** Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada *channel* FC2

**Tabel 7:** Fitur statistik pada *channel* CP1

Subjek	Video ke-	<i>Peak to Peak</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Deviasi Standar</i>	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>1st difference</i>	<i>2nd difference</i>	<i>normalized1</i>	<i>normalized2</i>
s01	1	39.7900	-0.0107	-0.0108	3.6494	0.0671	3.7636	2.0683	1.6013	0.5667	0.4388
s01	2	38.9377	-0.0273	-0.0838	3.7534	0.0262	3.8354	2.0284	1.5480	0.5404	0.4124
s01	3	57.8262	-0.0322	-0.0575	4.0673	0.1338	5.0034	2.2290	1.7177	0.5480	0.4223
s01	18	32.6811	-0.0180	-0.0318	3.3547	0.0572	3.7856	1.8398	1.3928	0.5484	0.4152
s01	19	38.7963	-0.0122	-0.0249	3.9588	0.0545	3.9538	2.0061	1.4947	0.5068	0.3776
s01	20	38.1910	-0.1161	-0.1414	3.9406	0.0961	3.9562	2.2352	1.7624	0.5672	0.4472
s01	21	37.2103	-0.0204	-0.0486	3.9925	0.0278	3.5920	2.2013	1.7091	0.5514	0.4281
s01	24	50.3134	-0.0332	-0.0885	3.7809	0.0119	4.5779	2.0136	1.5524	0.5326	0.4106
s01	25	34.3200	-0.0394	-0.0525	4.2369	-0.0140	3.5244	2.3753	1.8444	0.5606	0.4353
s01	26	88.1594	0.0153	-0.0152	4.5971	0.5874	10.7090	2.7761	2.2579	0.6039	0.4912
s02	2	640.6322	0.1581	0.1382	37.1860	-0.7469	18.5886	9.7227	7.1669	0.2615	0.1927
s02	3	705.8065	0.2560	0.5633	32.9590	-1.0608	38.3971	8.0414	6.1536	0.2440	0.1867
s02	8	672.2874	0.3445	0.5921	36.3904	-1.1168	27.9628	9.4557	7.0009	0.2598	0.1924
s02	9	525.4623	-0.1110	-0.0493	24.3103	-0.6191	28.4976	6.8799	5.3429	0.2830	0.2198
s02	14	706.9464	-1.7771	-1.6056	30.2047	-1.0912	33.8339	8.1343	6.1329	0.2693	0.2030
s02	15	819.5777	0.9250	0.9987	34.5467	-0.7182	37.1007	8.4550	6.3086	0.2447	0.1826
s02	19	716.6591	0.0009	0.0965	45.3537	-0.9065	18.3972	10.6167	7.3626	0.2341	0.1623
s02	20	460.7662	0.0616	0.1923	31.6811	-0.8368	17.1243	9.2116	6.8927	0.2908	0.2176
s02	25	577.3599	-1.0455	-0.9576	49.1246	-0.6570	10.7519	10.5702	6.8703	0.2152	0.1399
s02	26	803.3169	-1.6495	-1.5611	57.7733	-0.9632	14.7029	12.5315	8.5462	0.2169	0.1479
s04	3	547.1746	-0.0703	-0.0214	30.4586	-0.8667	22.5868	7.3293	5.2600	0.2406	0.1727
s04	11	514.2737	-0.6286	-0.6316	32.1152	-0.7632	20.3299	8.0254	5.8438	0.2499	0.1820
											dst
s30	19	236.0247	0.0132	0.3637	10.8514	-0.1474	21.5980	4.7650	3.8128	0.4391	0.3514
s32	19	116.0370	0.1686	0.1955	7.2553	-0.0363	12.8575	3.8206	3.0446	0.5266	0.4196



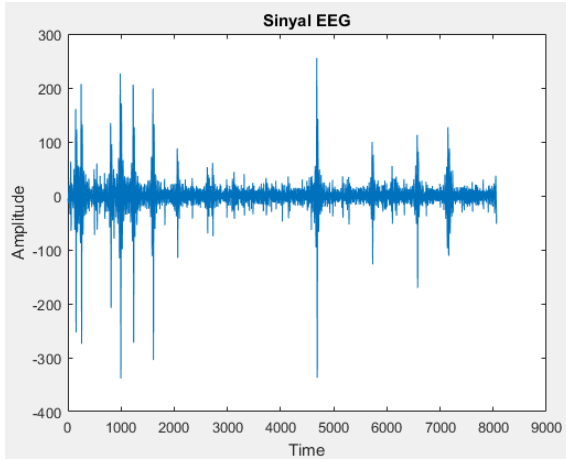
**Gambar 9:** Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada *channel* CP1



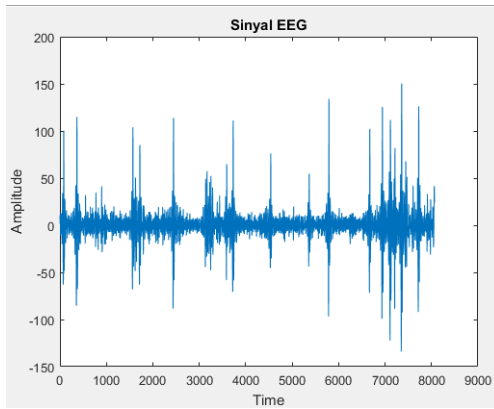
**Gambar 10:** Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada *channel* CP1

**Tabel 8:** Fitur statistik pada *channel* CP2

Subjek	Video ke-	<i>Peak to Peak</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	Deviasi Standar	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>1st difference</i>	<i>2nd difference</i>	<i>normalized1</i>	<i>normalized2</i>
s01	1	33.1030	0.0030	-0.0080	3.4330	-0.1454	3.7441	1.9810	1.5124	0.5770	0.4406
s01	2	32.9214	-0.0998	-0.0762	3.6133	-0.0492	3.6326	1.9984	1.5199	0.5531	0.4206
s01	3	110.1146	0.0126	0.0221	3.9998	0.6988	22.5586	2.1371	1.6141	0.5343	0.4035
s01	18	33.0961	0.0384	0.1003	3.2226	-0.2124	3.8043	1.8388	1.4150	0.5706	0.4391
s01	19	39.0664	0.0401	0.0370	3.7327	-0.0853	3.6829	2.0260	1.5286	0.5428	0.4095
s01	20	38.5496	0.0901	0.1520	3.7679	-0.1538	3.8323	2.0304	1.5665	0.5389	0.4157
s01	21	36.0725	0.0257	0.0453	4.0134	-0.0507	3.7936	2.1068	1.5787	0.5249	0.3934
s01	24	39.7677	0.0508	0.0893	3.6062	-0.0464	3.7315	2.1296	1.6372	0.5905	0.4540
s01	25	41.3354	0.0526	0.0600	3.8673	-0.0750	3.7528	2.1412	1.5963	0.5537	0.4128
s01	26	113.7208	-0.0133	0.0688	5.4267	0.3457	12.6759	3.3998	2.6837	0.6265	0.4945
s02	2	554.1574	0.1021	0.2069	31.6385	-0.7579	19.0466	8.0037	5.8943	0.2530	0.1863
s02	3	627.4966	0.1804	0.3805	28.3790	-1.1179	41.0179	6.8005	5.0496	0.2396	0.1779
s02	8	594.0674	0.2576	0.4661	31.2922	-1.2153	29.8926	7.7584	5.6030	0.2479	0.1791
s02	9	453.6687	-0.0447	-0.0171	20.5439	-0.6373	29.8166	5.6810	4.3672	0.2765	0.2126
s02	14	623.0644	-1.6014	-1.4719	25.9855	-1.2518	37.6084	6.7278	5.0288	0.2589	0.1935
s02	15	693.9456	0.8213	0.8322	29.5726	-0.7125	37.7579	7.0874	5.2463	0.2397	0.1774
s02	19	619.8719	0.0308	0.1299	39.1627	-0.9529	19.0422	9.0046	6.2668	0.2299	0.1600
s02	20	393.8892	0.0209	0.2302	26.9981	-0.8656	17.9329	7.7491	5.7485	0.2870	0.2129
s02	25	497.5075	-0.9415	-0.7368	42.1031	-0.6844	10.9437	8.8942	5.7928	0.2112	0.1376
s02	26	684.1354	-1.4037	-1.3717	49.3692	-0.9876	14.9015	10.6875	7.2966	0.2165	0.1478
s04	3	1503.5962	0.2131	0.3180	82.2506	0.9446	24.7890	19.1298	13.6200	0.2326	0.1656
s04	11	1422.0935	1.5927	1.3153	87.1682	0.8248	21.3292	21.0954	15.2240	0.2420	0.1747
											dst
s30	19	203.4719	0.0159	-0.2292	12.0253	0.2798	13.7823	5.2320	4.2098	0.4351	0.3501
s32	19	241.7115	-0.6412	-0.8146	13.3103	0.4891	21.6758	6.5450	5.2844	0.4917	0.3970



**Gambar 11:** Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada *channel* CP2

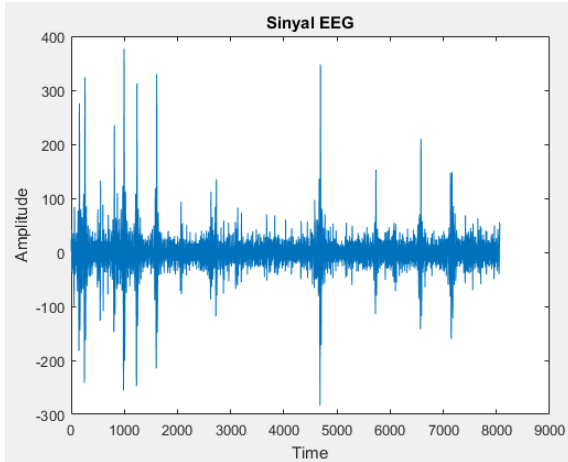


**Gambar 12:** Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada *channel* CP2

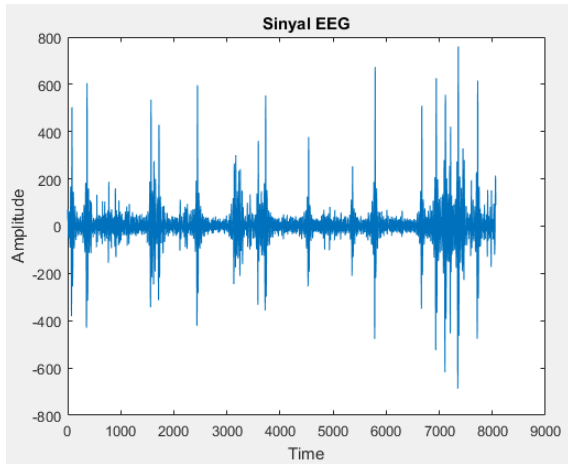
**Tabel 9:** Fitur statistik pada *channel F4*

Subjek	Video ke-	<i>Peak to Peak</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	Deviasi Standar	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>1st difference</i>	<i>2nd difference</i>	<i>normalized1</i>	<i>normalized2</i>
s01	1	29.6648	0.0360	0.0612	3.1690	-0.0638	3.6138	1.8294	1.3992	0.5773	0.4415
s01	2	29.9155	0.0160	-0.0162	3.1969	-0.0028	3.5977	1.8249	1.3930	0.5708	0.4357
s01	3	106.4940	-0.0347	-0.0022	3.5970	0.9318	27.3987	1.9609	1.5010	0.5451	0.4173
s01	18	29.8597	-0.0200	-0.0293	2.9222	-0.0869	4.3686	1.6955	1.3273	0.5802	0.4542
s01	19	27.5508	0.0187	0.0592	3.1796	-0.0616	3.1931	1.7820	1.3543	0.5604	0.4259
s01	20	31.8390	0.0764	0.0790	3.0505	-0.1212	3.9827	1.7844	1.4071	0.5850	0.4613
s01	21	40.2270	-0.0270	0.0127	3.2299	-0.0282	4.2603	1.8689	1.4461	0.5786	0.4477
s01	24	34.5447	0.0546	0.0743	3.2298	-0.1107	4.1001	1.8377	1.4072	0.5690	0.4357
s01	25	31.0644	0.0490	0.0810	3.5350	-0.0470	3.4495	2.0098	1.5747	0.5685	0.4455
s01	26	47.0221	0.0329	0.0525	3.9864	0.0358	4.6711	2.6349	2.0873	0.6610	0.5236
s02	2	663.0454	-0.0974	-0.1288	39.8002	0.6231	15.6358	13.6415	10.7355	0.3427	0.2697
s02	3	686.6637	-0.2962	-0.4259	34.3258	0.8949	28.5329	10.7267	8.3878	0.3125	0.2444
s02	8	660.6666	-0.3700	-0.5107	37.8105	0.9119	21.7037	13.4766	10.5469	0.3564	0.2789
s02	9	525.3352	0.0383	-0.0183	26.2481	0.5046	23.6474	8.0864	6.2962	0.3081	0.2399
s02	14	667.7066	1.6468	1.6147	30.4105	0.9516	26.1244	9.5901	7.4818	0.3154	0.2460
s02	15	787.5939	-0.7500	-0.6337	35.3473	0.6088	30.5006	10.4486	8.0224	0.2956	0.2270
s02	19	705.0728	-0.0733	-0.2078	45.9214	0.7966	15.5624	11.5433	8.3308	0.2514	0.1814
s02	20	457.6516	-0.0476	-0.0811	32.7939	0.7716	14.5723	10.5370	8.0145	0.3213	0.2444
s02	25	562.0263	1.0081	0.9290	49.0397	0.5785	9.7368	11.8629	8.1493	0.2419	0.1662
s02	26	792.2616	1.6148	1.2802	58.5687	0.8803	13.9965	13.1843	9.0557	0.2251	0.1546
s04	3	593.3604	0.0954	0.1440	32.5619	1.0078	26.1687	7.5893	5.4262	0.2331	0.1666
s04	11	568.0191	0.6501	0.6279	34.6865	0.8636	21.5352	8.6309	6.1882	0.2488	0.1784
											dst
s30	19	210.7409	0.0110	0.2383	12.4887	-0.4880	13.1287	5.4411	4.3462	0.4357	0.3480
s32	19	143.4131	-0.4221	-0.5672	9.5471	0.2986	13.2200	4.6840	3.7558	0.4906	0.3934





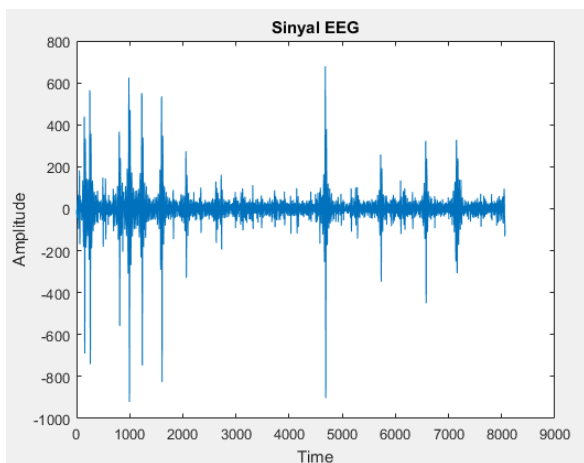
**Gambar 13:** Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada *channel* F4



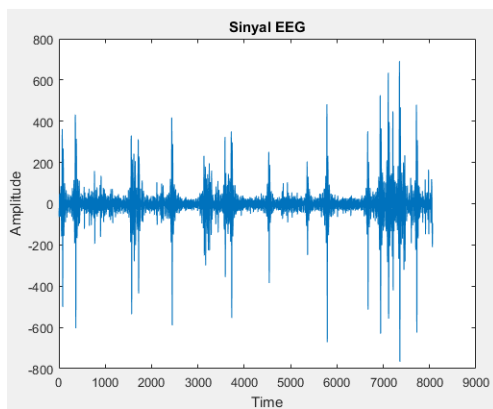
**Gambar 14:** Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada *channel* F4

**Tabel 10:** Fitur statistik pada *channel* AF3

Subjek	Video ke-	<i>Peak to Peak</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	Deviasi Standar	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>1st difference</i>	<i>2nd difference</i>	<i>normalized1</i>	<i>normalized2</i>
s01	1	47.1003	-0.0153	-0.0476	4.2148	0.0172	4.3286	2.3386	1.7514	0.5549	0.4155
s01	2	44.2990	-0.0314	-0.0223	4.5999	0.0032	3.8509	2.4313	1.8426	0.5285	0.4006
s01	3	61.9537	0.0811	0.1395	4.7290	0.0419	4.6645	2.5481	1.9267	0.5388	0.4074
s01	18	36.0893	0.0234	-0.0027	3.9715	-0.0038	3.9621	2.2133	1.6839	0.5573	0.4240
s01	19	45.6426	-0.1058	-0.0599	4.4796	-0.0216	4.1935	2.3972	1.7876	0.5351	0.3990
s01	20	94.5756	-0.0285	0.0235	4.5001	-0.2000	8.0976	2.4139	1.8423	0.5364	0.4094
s01	21	43.3112	0.0533	0.0266	4.7426	-0.0419	4.1365	2.4919	1.8657	0.5254	0.3934
s01	24	40.5388	0.0004	-0.0103	4.1186	0.0314	3.6435	2.2863	1.7413	0.5551	0.4228
s01	25	56.4465	0.0025	-0.0127	4.7902	-0.0855	4.2310	2.5686	1.8925	0.5362	0.3951
s01	26	153.6340	-0.0399	-0.0204	6.0302	-0.5448	17.7256	3.5871	2.8526	0.5949	0.4730
s02	2	1476.8703	0.3436	0.6789	85.0044	-0.7774	19.1876	20.4785	14.7227	0.2409	0.1732
s02	3	1699.4724	0.5456	0.8931	77.0057	-1.2139	42.5428	17.5175	13.1143	0.2275	0.1703
s02	8	1600.5646	0.6719	1.2755	84.1908	-1.2499	30.6554	19.4337	14.0644	0.2308	0.1671
s02	9	1192.8667	-0.1751	-0.0360	54.7881	-0.6415	29.5910	15.2001	11.8268	0.2774	0.2159
s02	14	1699.9826	-4.2858	-3.8534	70.8958	-1.2883	38.7917	17.9850	13.5177	0.2537	0.1907
s02	15	1888.5561	2.1982	2.5907	79.8503	-0.7851	38.6308	18.7643	13.8371	0.2350	0.1733
s02	19	1705.1652	-0.0118	0.3519	106.7271	-0.9684	19.4335	24.4029	17.0720	0.2286	0.1600
s02	20	1075.7383	0.0614	0.5476	72.7338	-0.8972	18.1367	20.9341	15.6124	0.2878	0.2147
s02	25	1346.1155	-2.5761	-1.9522	113.7441	-0.6985	11.1079	23.5690	15.1122	0.2072	0.1329
s02	26	1861.6782	-3.8070	-3.4089	132.7583	-1.0165	15.0028	28.9378	19.8859	0.2180	0.1498
s04	3	1417.0287	-0.1295	-0.2063	78.5859	-0.9298	23.4876	20.2436	14.9146	0.2576	0.1898
s04	11	1333.0624	-1.5987	-1.5318	82.5288	-0.8287	20.6316	22.5488	16.9060	0.2732	0.2048
											dst
s30	19	173.5855	0.0056	0.1755	8.2290	-0.1424	16.0129	3.6653	2.9368	0.4454	0.3569
s32	19	191.5068	0.5049	0.6473	11.0116	-0.3914	17.8125	6.2029	5.1209	0.5633	0.4650



**Gambar 15:** Sinyal EEG subjek 2 video 8 pada *channel* AF3



**Gambar 16:** Sinyal EEG subjek 2 video 39 pada *channel* AF3

## BIOGRAFI PENULIS



Delvina Aulia Fasich, lahir di Surabaya, 7 Desember 1994. Penulis lulus dari SMP Negeri 6 Surabaya kemudian melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 6 Surabaya hingga akhirnya lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Strata satu ke Jurusan Teknik Komputer (dulunya Teknik Multimedia dan Jaringan) ITS Surabaya bidang studi Teknik Telematika. Selama masa kuliah penulis aktif dalam mengikuti kepanitiaan di dalam jurusan maupun luar jurusan. Penulis sangat tertarik dengan segala hal yang ber-

hubungan dengan multimedia, dan berencana mendalami cabang ilmu komputer lain. *If you can't fly then run, if you can't run then walk, if you can't walk then crawl, but whatever you do you have to keep moving forward.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*