

**KLASIFIKASI GELOMBANG OTAK PADA REMAJA  
SAAT KONDISI CEMAS DAN DZIKIR ISTIGHFAR  
MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR  
(KNN)**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Fisika dalam Ilmu Fisika



Oleh :

**ALVANIA NABILA TASYAKURANTI**

**NIM. 1908026003**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Judul : Alvania Nabila Tasyakuranti

NIM : 1908026003

Program Studi : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**KLASIFIKASI GELOMBANG OTAK PADA REMAJA SAAT KONDISI CEMAS DAN  
DZIKIR ISTIGHFAR MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (KNN)**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 19 Desember 2022

Pembuat Pernyataan



Alvania Nabila Tasyakuranti

NIM. 1908026003

## NOTA DINAS PEMBIMBING I

Semarang, 14 Desember 2022.

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo  
Di Semarang.

Assalamu'alaikum. wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Klasifikasi Gelombang Otak Pada Remaja Saat Kondisi Cemas dan Dzikir Istighfar Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)

Nama : Alvania Nabila Tasyakuranti

NIM : 1908026003

Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr. wb

Pembimbing I,



Heni Sumarti, M.Si

NIP. 198710112019032009

## NOTA DINAS PEMBIMBING II

Semarang, 14 Desember 2022

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo  
Di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb  
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan :  
Judul : Klasifikasi Gelombang Otak Pada Remaja Saat Kondisi Cemas Dan Dzikir Istighfar Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)

Nama : Alvania Nabila Tasyakuranti  
NIM : 1908026003  
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqosyah.  
Wassalamu'alaikum wr. wb

Pembimbing II,



Agus Sudarmanto, M.Si  
NIP. 197708232009121001



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. H. Hani Kiri, 1 Semarang Telp. 024 7643366 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Klasifikasi Gelembang Otak Pada Remaja Saat Kondisi Cemas Dan Disertai Istighfar Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)

Penulis : Alvania Nabila Tasyakuranti

NIM : 1908026003

Program Studi : Fisika

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 30 Desember 2022

Dewan Penguji

Ketua

Agus Sudarmanto, M.Si.  
NIP. 197708232009121001

Sekretaris

Heni Sumarti, M.Si.  
NIP. 198710112019032009

Penguji I

Sheila Rully Anggrita, M.Si.  
NIP. 19900520190320111

Penguji II

Fadli Rizki Rian P., M.Sc  
NIP. 19906262019031012



Pembimbing I

Heni Sumarti, M.Si.  
NIP. 198710112019032009

Pembimbing II

Agus Sudarmanto, M.Si.  
NIP. 197708232009121001

### PERSETUJUAN PEMBIMBING

Proposal skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing untuk dilaksanakan.

Disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I



**Heni Sumarti, M.Si.**  
NIP. 198710112019032009

Pembimbing II



**Agus Sudarmanto, M.Si.**  
NIP. 197708232009121001

Mengetahui,  
Ketua Prodi Fisika



**Agus Sudarmanto, M.Si.**  
NIP. 197708232009121001

## ABSTRAK

Kecemasan dan depresi pada seorang remaja dapat mengakibatkan berbagai jenis stimulan seperti obat-obatan, alkohol, rokok, bunuh diri, penyalahgunaan NAPZA, dan mudah marah. Sehingga dibutuhkan upaya dini untuk mencegah terjadinya kecemasan dan depresi pada seorang remaja salah satunya dengan terapi religius melalui dzikir istighfar. Sementara itu, untuk membedakan gelombang otak saat kondisi cemas dan dzikir istighfar dapat dilakukan dengan pemanfaatan machine learning salah satunya menggunakan metode klasifikasi KNN. Proses ini dilakukan menggunakan Python google collab yang terdiri dari empat tahapan yaitu pre-processing, ekstraksi, clustering, dan klasifikasi data. Klasifikasi dilakukan pada 50 data berdasarkan jarak kedekatan frekuensi gelombang otak antara data latih dan data uji. Klasifikasi ini menghasilkan nilai akurasi 90%, presisi 80%, dan *recall* 100%.

Kata kunci : Frekuensi Gelombang Otak, *Python*, KNN.

## TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor : 158/1987 dan Nomor:0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h}	ق	Q
خ	kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd:

**a** > = 1 panjang

**i** > = i panjang

**u** > = u panjang

Bacaan Diftong:

au = أو

ai = أي

iy = اي

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil alamin. Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan barakah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Klasifikasi Gelombang Otak Pada Remaja Saat Kondisi Cemas Dan Dzikir Istighfar Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)”**. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Fisika pada Program Studi S1 Fisika UIN Walisongo Semarang.

Pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag selaku rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Agus Sudarmanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang sekaligus dosen pembimbing II yang telah memberikan ilmu dan bimbingan terbaik serta motivasi kepada

penulis sehingga penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini dapat diselesaikan.

4. Heni Sumarti, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan ilmu dan bimbingan terbaik serta motivasi kepada penulis sehingga penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Segenap Bapak dan Ibu dosen pengajar Fakultas Sains dan Teknologi yang telah berdedikasi dan mengajarkan banyak ilmu.
6. Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc selaku dosen pembimbing metode yang telah memberikan ilmu baru serta arahan kepada penulis
7. Ali Maskur dan Siti Haniatun selaku orang tua penulis yang telah memberikan segala yang terbaik, do'a, semangat, cinta, kasih sayang, dan motivasi yang tidak mungkin digantikan oleh apapun.
8. Alvita Alif dan Syaddad Rafi' selaku kakak dan adik penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, do'a, dan motivasi kepada penulis.
9. Teman-teman angkatan 2019 yang telah mendoakan, memberikan dukungan dan semangat bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu semua kritik dan saran yang

bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi acuan penelitian selanjutnya.

Semarang, 14 Desember 2022

Alvania Nabila Tasyakuranti

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	i
<b>NOTA DINAS PEMBIMBING I</b> .....	ii
<b>NOTA DINAS PEMBIMBING II</b> .....	iii
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>TRANSLITERASI ARAB-LATIN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian .....	6
E. Batasan Masalah .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
A. Kajian Pustaka .....	9

1. Kecemasan.....	9
2. Dzikir.....	13
3. Anatomi Otak.....	17
4. Elektroensefalografi (EEG).....	22
5. Gelombang Otak.....	42
6. <i>Machine Learning</i> .....	50
B. Kajian Pustaka yang Relevan.....	61
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>66</b>
A. Jenis Penelitian.....	66
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	66
C. Sampel Penelitian.....	66
D. Prosedur Penelitian.....	67
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	69
F. Teknik Pengolahan Data.....	77
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>79</b>
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	79
B. Pengolahan Data.....	81
1. Pre-Processing Data.....	81
3. Klasterisasi Data.....	88
4. Klasifikasi Data.....	90
C. Pembahasan.....	93
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>101</b>

A. Kesimpulan .....	101
B. Saran .....	102
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>103</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>120</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2. 1	Anatomi dan Bagian-Bagian Otak	18
Gambar 2. 2	Prinsip Kerja Galvanometer	24
Gambar 2. 3	Proses Terbentuknya Potensial Aksi Pada Sinyal Listrik	30
Gambar 2. 4	Bentuk Gelombang Potensial Hasil Perekaman Menggunakan Elektroda	31
Gambar 2. 5	Jenis Elektroda	36
Gambar 2. 6	Pemasangan Sistem 10-20	41
Gambar 2. 7	Frekuensi Gelombang	43
Gambar 2. 8	Amplitudo Gelombang	44
Gambar 2. 9	Gelombang Delta	46
Gambar 2. 10	Gelombang Theta	47
Gambar 2. 11	Gelombang Alfa	48
Gambar 2. 12	Gelombang Beta	49
Gambar 2. 13	Gelombang Gamma	49
Gambar 2. 14	Kurva Bandpass Filter	56
Gambar 2. 15	Rumus <i>Phytagoras</i>	59

Gambar 2. 16	<i>Flowchart</i> Algoritma KNN	61
Gambar 3. 1	Prosedur Penelitian	68
Gambar 3. 2	Instrumentasi EEG	70
Gambar 3. 3	Penempatan Elektroda Berdasarkan Tiga Bidang	72
Gambar 3. 4	Pemasangan Elektroda Berdasarkan Sistem 10-20	73
Gambar 3.5	Prosedur Pengolahan Data	78
Gambar 4. 1	Pemasangan Elektroda & Pengambilan Data	80
Gambar 4. 2	Proses Mengubah Format EDF ke CSV	81
Gambar 4. 3	Pola Gelombang Otak saat (a) Netral (b) Cemas dan (c) Istighfar	84
Gambar 4. 4	Pengelompokkan berdasarkan nilai k	91
Gambar 4. 5	Grafik Nilai k Error	92
Gambar 4. 6	Persentase Hasil Klasifikasi	93
Gambar 4.7	Grafik Fluktuasi Persentase Gelombang	95

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1	Data sampel berdasarkan label <i>clast</i>	88

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Instrumen EEG	120
Lampiran 2	Proses Pemasangan Elektroda	121
Lampiran 3	Proses Pengambilan Data	122
Lampiran 4	Hasil Perekaman EEG	123
Lampiran 5	Hasil Ekstraksi Ciri Frekuensi	124
Lampiran 6	Hasil Perhitungan <i>Confusion Matrix</i>	125
Lampiran 7	Plot <i>Confusion Matrix</i>	125
Lampiran 8	Kode Pemrograman	125
Lampiran 9	Cek Plagiasi	126

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Otak merupakan salah satu organ pengendali fisiologi tubuh manusia yang berada di bagian kepala. Seiring bertambahnya usia, otak akan terus tumbuh dan berkembang hingga terjadi penambahan jumlah percabangan pada penyusun saraf otak (Filza *et al.*, 2021). Jaringan otak manusia mampu menghasilkan gelombang listrik yang berfluktuasi atau disebut dengan gelombang otak (*brainwave*). Gelombang otak dapat diukur menggunakan instrumentasi kedokteran yang disebut dengan Elektroensefalografi (EEG). Pengukuran ini dilakukan menggunakan metode *non-invasive*, yaitu dengan menempatkan elektroda pada kulit kepala (Arline *et al.*, 2021). Hasil pengukuran EEG diperoleh lima jenis gelombang berdasarkan jenis gelombang yang dihasilkan oleh otak pada umumnya, yaitu gelombang delta, theta, alfa, beta, dan gamma (Fadilah, 2018). Jenis gelombang otak ini sangat dipengaruhi oleh kondisi seseorang. Seperti saat seseorang sedang merasa cemas gelombang otak didominasi oleh gelombang beta. Sementara itu, saat

seseorang merasa rileks, gelombang otak didominasi oleh gelombang alfa.

Menurut ahli psikologi, rasa takut, cemas, stress, dan khawatir adalah hal yang umum terjadi pada manusia di kehidupan sehari-hari. Ketika kecemasan melebihi dosis dan orang tersebut tidak mampu menanganinya maka dapat menjadi problematika pada dirinya sendiri (Saleh, 2019). Kecemasan dan depresi menjadi penyebab utama dari gangguan kesehatan mental bagi usia remaja. Hal ini dibuktikan dengan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) di tahun 2018 bahwa remaja berusia 15-24 mengalami gangguan depresi sebesar 6,2%. Kecemasan dan depresi pada seorang remaja, dapat menyebabkan berbagai jenis stimulan seperti obat-obatan, alkohol, rokok, bunuh diri, penyalahgunaan Napza, dan mudah marah (Hafifatul, 2021). Sehingga, dibutuhkan upaya dini untuk mencegah terjadinya kecemasan dan depresi pada seorang remaja.

Pedoman umat islam dalam menjalani kehidupannya dari dunia hingga di akhirat bersumber dari al-Qur'an dan hadits. Di dalam al-Qur'an, telah dijelaskan mengenai solusi untuk menjadikan pikiran

tenang, yaitu dengan berdzikir. Allah SWT telah berfirman di dalam surat ar-Ra'd ayat 28 :

الَّذِينَ آمَنُوا وَتَطْمَئِنُّ قُلُوبُهُمْ بِذِكْرِ اللَّهِ ۗ أَلَا بِذِكْرِ اللَّهِ تَطْمَئِنُّ الْقُلُوبُ ۗ

Artinya : *“Orang-orang yang beriman dan hati mereka menjadi tenteram dengan berdzikir (mengingat) Allâh. Ingatlah, hanya dengan mengingat Allâh hati menjadi tenteram”* (ar-Ra'd: 28).

Salah satu upaya untuk menurunkan rasa cemas adalah dengan terapi religius atau spiritual. Terapi ini memiliki banyak cara, salah satunya dengan metode taubat atau istighfar. Karena mengingat kecemasan yang dapat mengarah pada perilaku negatif, sehingga diperlukan metode taubat sebagai upaya untuk permohonan ma'af kepada Allah SWT (Nugrahati, Uyun & P Nugraha, 2018). Selain itu, salah satu manfaat dari dzikir istighfar adalah memberikan jalan keluar atas permasalahan hidup seperti yang sudah dijelaskan di dalam hadits, bahwasannya Rasulullah bersabda :

*“Barangsiapa memperbanyak istighfar, niscaya Allah memberikan jalan keluar bagi setiap kesedihannya, kelapangan untuk setiap kesempitannya,*

*dan rizki dari arah yang tidak disangka-sangka”* (HR. Ahmad dari Ibnu Abbas).

Gelombang otak saat cemas dan dzikir istighfar memiliki ciri yang berbeda berdasarkan frekuensinya. Salah satu metode untuk membedakan antara keduanya kondisi tersebut adalah dengan sistem pemrograman berbasis *machine learning*. *Machine learning* merupakan bagian dari sistem pengembangan dengan implementasi algoritma atau lainnya dalam hal prediksi, diagnosa, dan klasifikasi data. Salah satu metode klasifikasi yang dapat digunakan adalah K-Neares Neighbor (KNN). Karena metode KNN memiliki nilai akurasi yang cukup tinggi untuk klasifikasi seperti yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya. Seperti penelitian oleh Hasanah (Hasanah *et al.*, 2016) untuk mengklasifikasikan sinyal EEG pada penderita *Locked in syndrome (LIS)* menggunakan metode KNN hingga dihasilkan nilai akurasi, presisi, dan *recall* masing-masing 82%. Metode terkait, juga digunakan oleh Shukla and Chaurasiya (2019) untuk mengklasifikasi tingkatan emosi seseorang berdasarkan kumpulan data DEAP standar untuk

analisis emosi dan dihasilkan nilai akurasi 87,1%. Akurasi lebih tinggi dihasilkan oleh penelitian Dash. Kolekar, and Jha (2021) untuk pendeteksi otomatis penderita epilepsi menggunakan database dari Pusat Neurologi, New Delhi dan dihasilkan nilai akurasi 98,99%, presisi 99,69%, dan *recall* 96,25%. Jenis gelombang yang dianalisis pada penelitian ini hanya sampai gelombang beta, karena gelombang gamma diperkirakan tidak akan muncul pada penelitian ini. Hal ini dikarenakan gelombang otak gamma akan muncul ketika seseorang sedang dalam aktivitas mental, seperti panik dan ketakutan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengklasifikasi gelombang otak pada remaja saat kondisi cemas dan dzikir istighfar menggunakan metode KNN berdasarkan ciri frekuensi gelombang otak?
2. Bagaimana akurasi gelombang otak remaja saat kondisi cemas dan dzikir istighfar pada pemeriksaan EEG menggunakan metode KNN?

### **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menjawab rumusan masalah diatas. Berikut merupakan tujuan dari penelitian yang dilakukan:

1. Untuk mengetahui Bagaimana cara mengklasifikasi gelombang otak pada remaja saat kondisi cemas dan dzikir istighfar menggunakan metode KNN berdasarkan ciri frekuensi gelombang otak
2. Untuk mengetahui akurasi dari gelombang otak remaja saat kondisi cemas dan dzikir istighfar pada pemeriksaan EEG menggunakan metode KNN.

### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak, yaitu

1. Bagi Peneliti dan Pembaca  
Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam melakukan metode eksperimen dan manfaat alat Elektroensefalografi (EEG).
2. Bagi Masyarakat  
Dapat menjadi informasi untuk masyarakat pada umumnya dan khususnya remaja akhir bahwa

beristighfar dapat dijadikan sebagai metode relaksasi pikiran .

3. Bagi Institusi

Menambah referensi untuk melakukan penelitian pengembangan yang serupa.

4. Bagi Tenaga Kesehatan

Dapat digunakan sebagai metode pendukung dalam hal diagnosa gelombang otak pada EEG yang dinilai lebih presisi.

**E. Batasan Masalah**

Pokok permasalahan penelitian perlu dibatasi supaya penelitian ini mampu mencapai sasaran serta tidak melenceng dari pokok permasalahan yang akan dicapai. Batasan permasalahan penelitian yang akan dikembangkan meliputi:

1. Sampel penelitian berjumlah 25 mahasiswa Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dengan rentang usia 20-23 tahun.
2. Jenis gelombang yang dianalisis hanya gelombang delta, tetha, alfa, dan beta
3. Rangsangan cemas berupa berpikir terkait problematika dalam hidup

4. Kalimat dzikir yang digunakan adalah lafadz "*astaghfirullah hal adzim*"
5. Parameter Implementasi dilakukan dengan pemrograman *Python* melalui aplikasi *Google Collab*.
6. Ekstraksi sinyal EEG menggunakan algoritma PSD
7. Klasifikasi ciri gelombang menggunakan metode KNN

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Pustaka**

##### **1. Kecemasan**

Menurut ahli psikologi, rasa takut, cemas, stress, dan khawatir adalah hal yang umum terjadi pada manusia di kehidupan sehari-hari. Misalkan, rasa khawatir yang muncul ketika akan melaksanakan ujian sehingga membuat mahasiswa menjadi giat belajar dan perasaan stress yang muncul pada seorang pekerja sehingga membuatnya mencari solusi yang kreatif. Jadi, semua perasaan tersebut sangat dibutuhkan untuk menumbuhkan hal-hal bernilai positif. Hal tersebut, bisa dicapai jika rasa cemas, khawatir, dan stress harus dalam kadar tertentu dan tidak berlebihan. Ketika kecemasan melebihi dosis dan orang tersebut tidak mampu menanganinya maka dapat menjadi problematika pada dirinya sendiri (Saleh, 2019).

Perasaan takut dan stress menurut ahli psikologi memiliki perbedaan yang signifikan. Rasa takut adalah perasaan yang muncul ketika seseorang merasa terancam dari bahaya di depan mata.

Sementara itu, stress adalah perasaan yang muncul ketika seseorang merasa tertekan/terancam dan disebabkan oleh faktor eksternal seperti; penyakit, *deadline* tugas, terintimidasi dan lain sebagainya. Secara indrawi, keduanya berkaitan dengan sesuatu yang nyata dan hal ini berbeda dengan rasa khawatir dan cemas yang timbul akibat sesuatu yang bersifat abstrak dan belum terjadi. Perbedaan dari keduanya adalah perasaan khawatir bersifat sementara dan dapat terkendali sedangkan perasaan cemas muncul akibat adanya perasaan khawatir yang berlebihan. Perasaan cemas dapat diakibatkan oleh dua faktor yaitu; eksternal dan internal. Faktor eksternal adalah permasalahan yang muncul dari lingkungan seperti krisis ekonomi global, pandemi, lingkungan keluarga, juga lingkungan sosial. Sedangkan faktor internal adalah permasalahan yang muncul dari dirinya sendiri, seperti kematian seseorang yang disayangi, kegagalan dalam pernikahan, juga perasaan bersalah karena berbuat dosa (Angelia & Simon, 2020). Selain kedua faktor tersebut, Dewandari (Dewandari, 2020) menjelaskan di dalam bukunya bahwa gangguan kecemasan disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

a. Faktor Lingkungan

Cara berpikir seseorang terhadap diri sendiri maupun orang lain dapat dipengaruhi oleh lingkungan disekitarnya. Lingkungan sendiri terbagi menjadi dua, yaitu lingkungan keluarga dan lingkungan sosial. Lingkungan keluarga, seperti terjadinya perselisihan hingga timbul pertengkaran dan sikap ketidakpedulian orang tua terhadap anaknya sangat mempengaruhi rasa ketidaknyamanan dan perasaan cemas pada anak (Anugrahwati and Silitonga, 2021).

b. ;Faktor Fisik

Kondisi tubuh yang lemah dapat mempengaruhi kondisi mental seseorang. Seperti ketika menstruasi, hamil, atau sembuh dari penyakit (Pratiwi, Widianti and Solehati, 2017).

c. Faktor Penekanan Emosi

Perasaan cemas dapat muncul ketika seseorang tidak dapat menemukan solusi dalam menghadapi problematika. Terlebih ketika seseorang merasa tertekan akibat rasa marah atau sedih yang berkepanjangan. Faktor emosi juga dapat muncul dari pengalaman negatif yang sulit

untuk dilupakan, seperti pelecehan seksual oleh pacarnya sendiri Kondisi tubuh yang lemah dapat mempengaruhi kondisi mental seseorang. Seperti ketika menstruasi, hamil, atau sembuh dari penyakit (Diananda, 2019).

d. Faktor Genetik

Perasaan cemas juga dapat disebabkan oleh saraf-saraf otak yang tidak dapat bekerja dengan baik dalam mengatur emosi dan rasa takut. Kondisi ini dapat muncul dari genetik atau keluarga sehingga orang dengan keturunan riwayat penyakit ini memiliki risiko lima kali lebih besar terkena gangguan kecemasan (Nainar, Nuraeni and Setyawati, 2019).

e. Faktor Psikologi

Perasaan merasa bersalah atas perbuatan dosa yang dilakukan dapat menjadi faktor munculnya rasa cemas. Hal ini terjadi karena adanya sesuatu yang bertentangan dengan hati nuraninya (Anugrahwati and Silitonga, 2021).

f. Faktor Penyakit Medis

Kecemasan juga dapat disebabkan ketika seseorang sedang didiagnosa penyakit dan

perasaan takut terhadap kematian. Karena pada umumnya, dokter menemukan perasaan cemas pada seseorang ketika dicurigai memiliki penyakit tertentu (Setiawan Wahyuningsih, Saputro and Kurniawan, 2021)

g. Faktor Obat

Mengonsumsi stimulan dengan jangka waktu yang panjang dapat mengganggu bahkan merusak keseimbangan pada kerja otak. Penggunaan stimulan seperti pil ekstasi dan sabu dapat menyebabkan peningkatan hormon serotonin dan dopamin lebih banyak dari kondisi normal. Sehingga daya tahan otak terhadap stress dapat berkurang dan akan lebih mudah merasa cemas (Rahmawati and Nafi', 2022).

**2. Dzikir**

**a. Pengertian Dzikir**

Ditinjau dari segi etimologi, dzikir berasal dari kata *dzakara* yang berarti mengingat, mengenang, memperhatikan, atau mengerti. Sedangkan ditinjau dari segi terminologi, dzikir merupakan sebuah usaha manusia dengan cara mengingat Allah beserta keagungan-Nya dengan

tujuan untuk mendekatkan diri kepada Allah SWT. Usaha tersebut dapat direalisasi dengan membaca firman-Nya, memuji-Nya, memohon kepada-Nya, ataupun menuntut ilmu-Nya. Sedangkan menurut Solihin dan Rosihin yang tertulis di dalam Kamus Tasawuf, dzikir memiliki arti setiap kata yang merujuk kepada Tuhan, dan merupakan sebuah permulaan pada prinsip seseorang untuk berjalan menuju Tuhan (suluk) (Kurniati, 2018).

Dzikir terbagi menjadi tiga jenis yaitu dzikir jail (jelas), dzikir khafi (samar-samar), dan dzikir haqiqi (sebenarnya) seperti yang telah tertulis di dalam kitab al-Hikam oleh orang ahli sufi yaitu Ibnu Ata'. Dzikir jail (jelas) adalah dzikir yang dilakukan dalam bentuk pelafalan lisan yang didalamnya mengandung pujian, do'a, dan rasa syukur kepada Allah SWT. Dzikir khafi (samar-samar) adalah dzikir yang dilakukan dengan khusyuk di dalam hati baik disertai dengan lisan maupun tidak. Sedangkan dzikir haqiqi adalah dzikir yang dilakukan secara lahiriah dan batiniah, dimanapun, dan kapanpun saja untuk

tetap menjaga jiwa raganya dari segala sesuatu yang telah dilarang oleh Allah SWT dan menjalankan perintah-Nya (Nurentiana, 2021).

Berdzikir adalah salah satu usaha seseorang untuk meraih ketenangan jiwa dengan senantiasa menyebut nama dan menghadirkan-Nya di dalam hati. Ketenangan dapat dicapai ketika seseorang berada dalam keadaan yang seimbang sehingga dapat menghindarkan seseorang dari kegelisahan atau kecemasan. Solusi untuk mengurangi kecemasan dapat dilakukan melalui terapi religius atau spiritual. Salah satu terapi religius yang sangat mudah dilakukan adalah dengan metode taubat atau istighfar (Nugrahati, Uyun & P Nugraha, 2018).

#### **b. Istighfar**

Menurut Menurut Arabi (Arabi, 2017) istighfar adalah salah satu jenis berdzikir atau mengingat Allah sebagai bentuk permohonan ampun atas kesalahan yang dilakukan. Makna dari kalimat istighfar adalah “saya memohon ampun kepada Allah”, dengan kata lain istighfar artinya mengakui bahwa manusia adalah hamba

Allah SWT. Perintah beristighfar telah tercantum dalam Hadits riwayat Baihaqi Imam Ahmad yang berbunyi :

طوبى لمن وجد فى صحيفته استغفارا كثيرا

Artinya: *“Berbahagialah bagi orang yang mendapati dalam catatan amalnya penuh dengan istighfar”* (HR. Baihaqi-Imam Ahmad)

Istighfar memiliki beberapa keutamaan salah satunya adalah dapat mengatasi kesulitan. Rasulullah SAW telah bersabda bahwasannya :

مَنْ كَلَّ هَمَّ قَرَجًا، وَمَنْ مَنَّ أَكْثَرَ مِنَ الْإِسْتِغْفَارِ؛ جَعَلَ اللَّهُ لَهُ  
“كُلَّ ضَيْقٍ مَّحْرَجًا، وَرَزَقَهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ”

Artinya: *“Barang siapa banyak beristighfar, Allah akan membebaskannya dari berbagai kesempitan hidup dan memberinya curahan rezeki dari berbagai arah yang tiada diperkirakan sebelumnya”* (HR. Imam Ahmad, Abu Daud, An-Nasa’i, Ibnu Majah dan Al-Hakim)

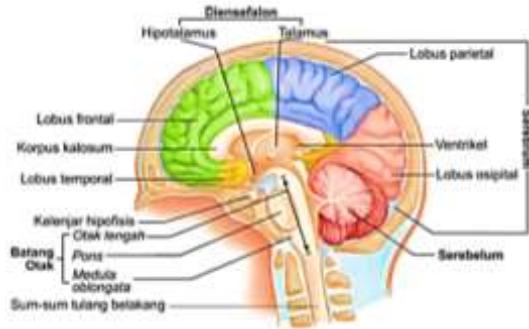
Istighfar adalah salah satu metode dalam terapi religius dan spiritual untuk mengatasi kecemasan (Uyun, 2016). Seperti penelitian yang dilakukan oleh Nugrahati et al. (Nugrahati, Uyun and P Nugraha, 2018) bahwa dzikir istighfar

dapat mengurangi tingkat kecemasan pada seseorang. Istighfar memiliki beberapa faedah bagi mereka yang mengamalkannya, yaitu: mendapat ampunan atas dosa yang diperbuat, dihapuskan kejelekannya dan diangkat derajatnya, dihindarkan dari musibah dan siksa, mendatangkan rahmat Allah SWT, dan memperoleh ketenangan batin (Azahari, 2021). Menurut beberapa penelitian membuktikan bahwa relaksasi dzikir dapat membantu menurunkan stress baik secara emosi, fisik, kognitif maupun perilaku (Anggraieni & Subandi, 2014; Karakas & Gecimli, 2017; Ramadhan, Kusumadewi & Saputri, 2019).

### **3. Anatomi Otak**

Otak merupakan salah satu organ pengendali fisiologi tubuh manusia yang berada di bagian kepala. Sehingga sering kali otak disebut sebagai organ yang sangat vital sekaligus kompleks karena sebagai pusat pengendali seluruh indra pada tubuh manusia. Termasuk dalam mengendalikan pikiran, pergerakan, perasaan, sensasi, dan juga ketika berpikir dalam

memecahkan masalah. Seiring bertambahnya usia, otak akan terus tumbuh dan berkembang hingga terjadi penambahan jumlah percabangan pada penyusun saraf otak (Filza *et al.*, 2021).



Gambar 2. 1 Anatomi dan Bagian-Bagian Otak  
(Chalik, 2016)

Otak manusia terbuat dari jaringan lunak dengan berat sekitar 0,5 kilogram yang tersusun dari 100 milyar sel dan memiliki fungsi yang sangat kompleks yaitu sebagai pusat pengendali seluruh aktivitas tubuh manusia. Otak dilapisi oleh 3 selaput otak, yaitu selaput otak keras (*Dura Mater*), selaput otak lunak, dan lapisan *subarachnoid* yang mengandung cairan otak sebagai pemisah antara selaput otak keras dan lunak (Sarwandi and Linangkung, 2014). Sebagai

pusat pengendali, otak terbagi menjadi empat bagian, yaitu;otak besar (*cerebrum*), otak kecil (*cerebellum*), otak tengah, dan batang otak yang terbentuk dari mesensefalon, medula oblongata, dan pons seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Annisah, 2018).

a. Otak Besar (*Cerebrum*)

*Cerebrum* merupakan bagian terbesar pada otak manusia yang berhubungan dengan fungsi pengendali tinggi seperti sedang berpikir dan melakukan tindakan. Otak besar dibungkus oleh lapisan luar (*korteks*) yang tipis berwarna abu-abu dan tersusun dari 15-33 miliar *neuron*. Otak besar terbagi menjadi dua belahan yaitu otak kanan dan otak kiri dengan fungsi yang berbeda namun saling berkaitan. Otak kanan berperan dalam persoalan analitik, bahasa, logika, sains, dan matematik. Sedangkan otak kiri berperan dalam persoalan holistik, kreativitas, intuisi, seni, dan musik (Sarwandi and Linangkung, 2014). *Cerebrum* otak terbagi menjadi empat bagian atau sering disebut sebagai lobus otak, yaitu; lobus frontal (F), lobus parietal (P), lobus oksipital (O),

dan lobus temporal (T) (Syam, 2019). Menurut Deu (Alhayandi Deu, 2019) penjelasan dari setiap bagian otak tersebut adalah sebagai berikut:

- Lobus Frontal (F)

Lobus frontal adalah bagian dari otak *cerebrum* yang berada di bagian paling depan dari struktur otak dan berada tepat dibawah tulang tengkorak. Lobus frontal memiliki *precentral gyrus* yang berfungsi sebagai pusat pengontrolan, penghentian, dan perencanaan dari otot skeletal.

- Lobus Parietal (P)

Lobus parietal berada di belakang lobus frontal dan dibatasi oleh *sulcus centralis*. Lobus ini memiliki *postcentral gyrus* yang berfungsi sebagai akseptor dari informasi somatosensoris seperti sentuhan, tekanan, suhu, dan getaran.

- Lobus Oksipital (O)

Lobus oksipital berdekatan dengan lobus parietal dan dibatasi oleh *parieto-occipitalsulcus*. Lobus ini memiliki *primary visual korteks* yang berfungsi sebagai pusat akseptor dari informasi visual melalui pengamatan

- Lobus Temporal (T)

Lobus temporal berdekatan dengan lobus frontal yang dibatasi oleh *sulcus cerebri lateral*. Lobus ini memiliki *primary auditory cortex* yang berfungsi sebagai pusat akseptor informasi auditorius melalui pendengaran.

b. Otak Kecil (*Cerebellum*)

*Cerebellum* adalah sebutan untuk otak kecil dengan struktur kurang lebih sekepalan tangan dan berada di bawah *cerebrum* otak bagian belakang. Otak kecil memiliki berat 8,5-9 % dari ukuran keseluruhan otak manusia. Fungsi dari otak kecil adalah untuk menjaga keseimbangan dan mengatur ketegangan pergerakan otot serta mengkoordinasikan kerja otot antagonis dan pergerakan sendi secara teratur ketika dalam keadaan relaksasi (Supradewi, 2016). Selain itu, otak kecil juga berperan sebagai penanggung jawab dalam menerima informasi sensorik dari tubuh (Prastowo, 2016).

c. Otak Tengah

Otak tengah berada di depan otak kecil dengan ukurannya yang lebih kecil dari *cerebellum*. Fungsi dari otak tengah sangat

sederhana yaitu sebagai pusat pengatur gerakan mata. Seperti gerakan refleks ketika pupil mata menyempit dan mengangkat kelopak mata (Sarwandi and Linangkung, 2014).

d. Batang Otak

Batang otak merupakan bagian otak berbentuk batang yang memuat bagian otak belakang (kecuali *cerebellum*) dan otak bagian tengah. Batang otak terhubung langsung dengan ujung bawah sumsum tulang belakang dan terbentang ke atas sebagai pembungkus formasi retikular pada otak tengah. Jaringan di dalam batang otak menentukan kewaspadaan seseorang dan sebagai pengatur fungsi bertahan hidup seperti detak jantung, pernafasan, dan tekanan darah (Supradewi, 2016).

**4. Elektroensefalografi (EEG)**

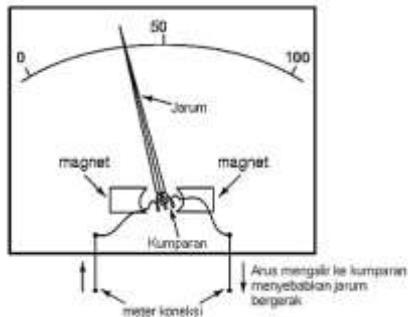
**a. Sejarah dan Pengertian EEG**

Pada umumnya, makhluk hidup menghasilkan listrik atau sering dikenal dengan *biolistrik*, yaitu dari kata bio yang bermakna hidup. Tubuh manusia menghasilkan daya listrik berupa elektron-elektron yang berasal dari setiap

titik tubuh dan merupakan efek dari rangsangan indera manusia. Daya listrik tergabung menjadi satu di dalam otak manusia dalam bentuk potensial daya listrik yang kemudian diteruskan ke seluruh anggota tubuh hingga menjadi pergerakan tubuh. Penemuan adanya listrik di dalam tubuh dicetuskan pertama kali di tahun 1786 oleh ahli anatomi dari Italia yaitu Luigi Galvani ketika menghubungkan dua logam berbeda dan ujung dari keduanya digosokkan ke bagian otot seekor kodok mati dan kodok menghasilkan listrik. Dari percobaan ini, dapat disimpulkan bahwa arus listrik berupa dua logam yaitu sebagai elektroda dan cairan tubuh sebagai elektrolit yang mampu merangsang otot (Astawa, 2014). Sejarah mencatat bahwa baterai pertama kali ditemukan oleh fisikawan dari Italia yaitu Alesandro Volta dengan penemuannya bahwa dua logam yang digabungkan akan menghasilkan listrik (Soeiro, 2013).

Galvanometer merupakan instrumen sensitif untuk mengukur kuat arus dan tegangan dengan muatan rendah. Galvanometer pertama

kali ditemukan oleh ilmuwan fisika dari Prancis yaitu Jacques D'Arsonval pada tahun 1880 (Astawa, 2014). Cara kerja galvanometer tidak berbeda dengan voltmeter, ohmmeter dan amperemeter yaitu simpangan kumparan dalam medan magnet akan bergerak ketika dialiri oleh arus listrik seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Galvanometer  
(Fadjar and Warnana, 2017)

EEG adalah salah satu instrumentasi medis untuk merekam aktivitas elektrik berupa fluktuasi yang dihasilkan dari arus ion *neuron* saat aktif pada otak *cerebrum* manusia. Aktivitas elektrik yang dihasilkan berjalan selama periode tertentu dari perekaman elektroda saat ditempelkan pada kulit kepala dengan satuan

mikrovolt (Hindarto and Muntasa, 2018). Variasi dari amplitudo dan frekuensi pada EEG menyebabkan perubahan dari aktivitas sinyal. Pada umumnya, besar tegangan yang digunakan adalah  $50 \mu V$  dengan kisaran 2 sampai  $200 \mu V$  (Kamil *et al.*, 2021). Pola aktivitas elektrik disebabkan oleh rangsangan tertentu sehingga menghasilkan beberapa kategori sinyal. Sinyal terekam terbagi menjadi lima kategori berdasarkan gelombang yang dihasilkan oleh otak, yaitu; gelombang delta, teta, alfa, beta, dan gamma (Gyat, Wijayanto and Hariyani, 2019). Hasil perekaman merupakan hubungan antara tegangan yang tegak lurus terhadap waktu. Sumbu vertikal (Y) untuk tegangan dan sumbu horizontal (X) sebagai waktu (Mailik and Amin, 2017).

Perekaman aktivitas listrik pada otak pertama kali diterbitkan tahun 1875 oleh Richard Caton melalui dokumentasi dalam percobaan pada lobus *cerebral* hewan. Percobaan ini menghasilkan nilai amplitudo osilasi listrik yang sangat rendah, sehingga dapat dikatakan berhasil

karena ditemukan 50 tahun sebelum *amplifier* elektronik tersedia (Bronzino, 2015). Kemudian instrumentasi EEG pertama kali digunakan manusia pada tahun 1924 oleh Hans Berger dari Universitas Jenia bertempat di Austria dan mulai berkembang pada tahun 1930 (Borck and Hentschel, 2018). Tujuan pertama penggunaan EEG dalam lingkup medis adalah untuk mendiagnosis penyakit epilepsi dan sebagai deteksi kelainan terkait fungsi *cerebral* pada otak. Ide ini muncul, karena menurutnya otak manusia menghasilkan aktivitas listrik yang berkesinambungan sehingga dapat dilakukan perekaman terhadap otak (Khakim and Kusrohmaniah, 2021). Perekaman EEG memanfaatkan galvanometer sensitif sebagai perekaman dan strip logam sebagai elektroda yang ditempelkan di kulit kepala (Bronzino, 2015).

Perekaman aktivitas otak yang dilakukan oleh Berger mampu mengukur nilai potensial listrik yang relatif sangat kecil yaitu 50-100 mikrovolt. Berger mengamati posisi dari

galvanometer yang bergerak secara berkesinambungan pada gulungan kertas berdasarkan variasi waktu untuk mengetahui makna dari pola yang dihasilkan oleh gelombang otak saat perekaman. Hingga akhirnya, Berger dijuluki sebagai peletak dasar dari tahun 1924–1938 karena telah banyak membuat aplikasi terkait instrumen EEG hingga saat ini. Berger juga menyatakan bahwa gelombang otak yang dihasilkan memiliki perioditas serta keteraturan tertentu. Misalnya, pada gelombang otak yang lambat dengan pola sinkron amplitudo tinggi dan frekuensi rendah yaitu  $<3$  Hz selama keadaan tidur. Pola yang muncul lebih cepat dapat menunjukkan amplitudo rendah dan frekuensi tinggi 15-25 Hz saat keadaan terjaga. Oleh karena itu, Berger menyimpulkan bahwa keadaan seseorang dapat mempengaruhi perubahan aktivitas otak secara konsisten, seperti dari tenang menjadi waspada (Bronzino, 2015).

Studi penelitian menggunakan EEG benar-benar diterima atas dasar yang kuat pada tahun 1934 ketika terbit makalah klasik oleh Adrian dan

Matthews untuk melakukan verifikasi terhadap penemuan Berger. Makalah tersebut berhasil menemukan identifikasi ritme tertentu, yaitu osilasi reguler dari lobus oksipital pada *cerebrum* otak dengan besar frekuensi 10-12 Hz yang disebut dengan “Ritme Alfa”. Ritme ini mulai menghilang ketika subjek dalam kondisi waspada atau sedang berada di fokus visual (Bronzino, 2015).

#### **b. Sinyal Biolistrik Pada Otak**

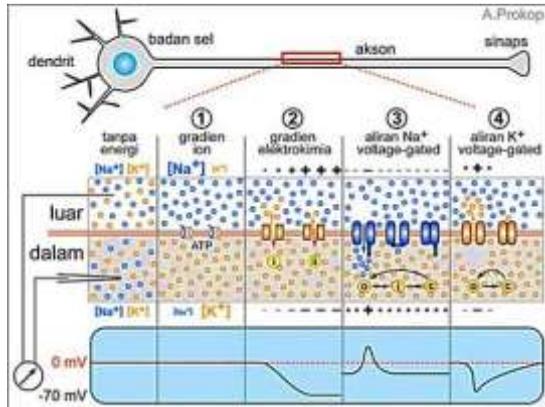
Sinyal biomedis merupakan sistem dalam tubuh yang berperan dalam menyampaikan informasi biologis. Berdasarkan sumbernya, sinyal biomedis terbagi menjadi tujuh jenis yaitu; sinyal biolistrik, sinyal bioakustik, sinyal biomekanik, sinyal biokimia, sinyal biomagnetik, sinyal bio-optikal, dan bioimpedans. Sinyal yang bersumber dari sel saraf dan sel otot adalah sinyal biolistrik. Sinyal ini dihasilkan dari potensial aksi akibat peristiwa eksitasi yang bersumber dari potensial membran sel saat kondisi tertentu sehingga dapat menghasilkan medan listrik. Seperti sinyal yang dihasilkan pada

EKG (Elektrokardiografi) dan EEG (Bronzino, 2015).

Sekarang telah diketahui dengan baik, bahwa tubuh manusia terdiri dari jaringan hidup dan dapat dianggap sebagai pembangkit listrik yang menghasilkan banyak sinyal listrik dengan dua sumber internal, yaitu otot dan saraf. Kontraksi otot yang normal dikaitkan dengan migrasi ion yang menghasilkan perbedaan potensial dan dapat diukur dengan elektroda. Potensi bioelektrik dihasilkan pada tingkat sel dengan sumbernya adalah ionik yang berada di alam. Sel terdiri dari konduktor ionik yang dipisahkan dari lingkungan luar oleh membran semipermeabel dan bertindak sebagai filter ionik selektif untuk ion. Beberapa ion dapat melewati membran dengan bebas sedangkan yang lain tidak dapat melakukannya (R.S. Khandpur, 2003).

Semua makhluk hidup tersusun dari sel-sel yang berasal dari berbagai jenis. Sel manusia dapat bervariasi dari 1 mikron hingga 100 mikron diameter, dari 1 mm sampai 1 m dan memiliki ketebalan membran 0,01

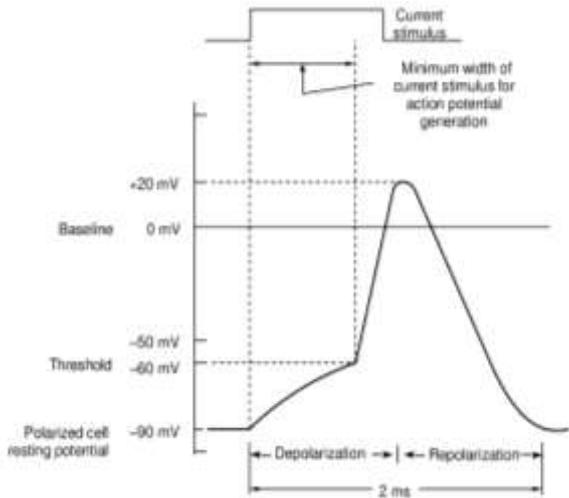
mikron. Sel-sel ini dapat menghasilkan potensial listrik melalui empat tahapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 (R.S. Khandpur, 2003)



Gambar 2.3 Proses terbentuknya potensial aksi pada sinyal listrik (Nainu, 2022)

Di sekitar sel-sel tubuh terdapat cairan tubuh yang bersifat ionik dan menyediakan medium penghantar potensial listrik. Ion utama yang terlibat dengan fenomena penghasil potensial sel adalah natrium (Na<sup>+</sup>), kalium (K<sup>+</sup>), dan klorida (Cl<sup>-</sup>). Membran dari sel-sel yang dapat dieksitasi dengan mudah memungkinkan masuknya K<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup> tetapi menghambat aliran Na<sup>+</sup> meskipun terdapat

gradien konsentrasi yang sangat tinggi ketika natrium melintasi membran sel. Hal ini mengakibatkan konsentrasi ion natrium lebih banyak di bagian luar membran sel daripada di bagian dalam (R.S. Khandpur, 2003).



Gambar 2.4 Bentuk gelombang potensial hasil perekaman (R.S. Khandpur, 2003)

Natrium adalah ion positif dalam keadaan istirahat dan sel ini bermuatan negatif ketika di permukaan bagian dalam membran, sementara akan bermuatan positif ketika berada di bagian luar. Distribusi muatan yang tidak sama merupakan hasil dari

reaksi dan proses elektrokimia tertentu yang terjadi di dalam sel hidup dan potensial yang diukur disebut potensial istirahat. Sel dalam kondisi seperti itu dikatakan terpolarisasi. Sementara itu, penurunan perbedaan potensial membran istirahat ini disebut depolarisasi. Distribusi ion bermuatan positif pada permukaan luar dan bermuatan negatif di dalam membran sel serta akan menghasilkan perbedaan potensial di atasnya. Eksperimen telah menunjukkan bahwa potensi istirahat internal di dalam sel kira-kira  $-90\text{ mV}$  dengan mengacu pada bagian luar sel. Ketika sel tereksitasi atau terstimulasi, sisi luar membran sel menjadi negatif sesaat dengan interior. Proses ini disebut depolarisasi dan potensial sel berubah menjadi sekitar  $+20\text{ mV}$ . Repolarisasi kemudian terjadi beberapa saat kemudian ketika sel mendapatkan kembali keadaan normal di mana bagian dalam membran kembali negatif terhadap bagian luar. Repolarisasi diperlukan untuk membangun

kembali potensi istirahat. Pengosongan dan pengisian ulang sel menghasilkan bentuk gelombang tegangan yang dapat direkam dengan metode yang sesuai menggunakan mikroelektroda. Bentuk gelombang potensial sel yang direkam ditunjukkan pada Gambar 2.4. (R.S. Khandpur, 2003).

Pada umumnya, tujuan utama instrumentasi medis adalah untuk mengetahui dan menentukan keberadaan kuantitas fisik sehingga dapat membantu tenaga medis dalam hal diagnosis dan pengobatan yang lebih baik. Instrumen medis, umumnya memiliki 4 komponen dasar yaitu :

- Transduser/Sensor: adalah perangkat untuk mengubah satu bentuk energi ke energi lain. Fungsi utamanya adalah menyediakan keluaran yang dapat digunakan sebagai respons terhadap besaran ukur yang mungkin berupa besaran fisik tertentu. Transduser sensor pada EEG adalah elektroda karena akan mengubah getaran menjadi sinyal listrik.

- Pengkondisi sinyal: berfungsi untuk mengubah keluaran yang dihasilkan oleh transduser menjadi besaran listrik yang sesuai untuk mengoperasikan tampilan atau sistem perekaman.
- Tampilan: Memberikan representasi kuantitas yang terlihat sebagai perpindahan pada skala atau grafik perekaman dalam bentuk numerik (Kumar, 2017)

### **c. Elektroda Pada EEG**

Pada umumnya, elektroda yang digunakan terbuat dari bahan Ag-AgCl dengan diameter 1-3 mm dan kabel yang dihubungkan ke amplifier dengan panjang yang fleksibel (Bronzino, 2015). Elektroda pertama kali dicetuskan oleh ilmuwan fisika yaitu Michael Faraday yang berasal dari bahasa Yunani yaitu *electron*. Elektroda adalah sebuah konduktor yang dapat dihubungkan langsung dengan media non-logam pada sebuah sirkuit (Mulwandari, 2019; Rasyid, 2019). Hasil perekaman EEG berupa sejumlah *channel* atau

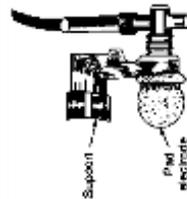
elektroda dengan frekuensi berdasarkan kurun waktu yang seragam dan karakteristik frekuensi yang tidak seragam. Hal ini akan berpengaruh terhadap proses penerimaan sinyal bioelektrik dari otak ke EEG (Musa and Tjandrasa, 2017)

Peristiwa bioelektrik harus diambil dari permukaan tubuh sebelum dimasukkan ke dalam *amplifier* untuk perekaman atau tampilan berikutnya. Proses ini dilakukan menggunakan elektroda. Elektroda melakukan transfer dari konduksi ionik dalam jaringan ke konduksi elektronik yang diperlukan untuk melakukan pengukuran. Elektroda juga diperlukan ketika parameter fisiologis diukur dengan metode impedansi dan ketika jaringan yang teriritasi akan dirangsang dalam elektroterapi. Dua jenis elektroda yang digunakan yaitu elektroda permukaan praktik dan elektroda dalam. Elektroda permukaan mengambil perbedaan potensial dari permukaan jaringan ketika ditempatkan di atasnya tanpa merusak jaringan hidup,

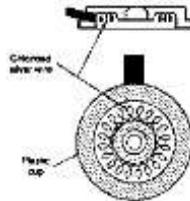
sedangkan elektroda dalam menunjukkan perbedaan potensial listrik yang timbul di dalam jaringan atau sel hidup. Klasifikasi yang sama dapat diterapkan pada elektroda yang digunakan untuk stimulasi otot (R.S. Khandpur, 2003).



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.5. Jenis elektroda (a) Adhesive (b) Pad (c) *Cup* kawat perak (R.S. Khandpur, 2003)

Elektroda memainkan peran penting dalam perekaman sinyal bioelektrik. Mereka harus nyaman untuk dipakai dalam waktu

yang tidak singkat dan tidak boleh menghasilkan artefak. Faktor lain yang diinginkan adalah kenyamanan penempatan elektroda. Elektroda memiliki berbagai macam jenis berdasarkan struktur dan bahan penyusunnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5. Di antara elektroda yang paling umum digunakan untuk perekaman EEG adalah elektroda jenis cakram perak klorida seperti yang ditunjukkan pada Gambar (a) dengan diameter sekitar 6-8 mm. Bagian yang terkena langsung dengan kulit kepala dibuat melalui pasta elektrolit. Mereka memiliki resistansi AC yang bervariasi yaitu dari 3-20 kW. Jenis lainnya, yaitu elektroda bola perak yang ditutupi dengan bantalan kain kecil berguna ketika aktivitas listrik direkam dari korteks yang terbuka, tetapi mereka memiliki resistansi DC yang tinggi. Hector (1968) menjelaskan elektroda bantalan seperti pada Gambar (b) terbuat dari batang perak yang dilubangi di ujungnya dan dilapisi dengan spons, atau bahan serupa, yang terkandung

dalam kain kasa. Elektroda diletakkan dan ditahan di kepala dengan tutup karet. Sementara jenis elektroda jarum kecil seperti pada Gambar (c) tidak sering digunakan untuk melakukan studi EEG khusus ketika dimasukkan secara subkutan (R.S. Khandpur, 2003).

Pada umumnya, elektroda yang digunakan diberikan gel elektrolit untuk membantu memperoleh impedansi yang rendah dan menjaga agar elektroda tidak mudah bergeser (Bronzino, 2015). Elektroda ini sering disebut dengan elektroda basah. Sehingga, elektroda basah adalah elektroda yang gold standard dalam metode perekaman sinyal menggunakan EEG. Namun, kelemahan dari elektroda basah terletak di proses pemasangan yang terhitung lebih sulit dibandingkan elektroda kering (Lopez-Gordo, Sanchez Morillo & Pelayo Valle, 2014; Mathenewson, Harrison & Kizuk, 2016). Berdasarkan proses elektrolisisnya, elektroda juga terbagi menjadi dua, yaitu elektroda aktif

(tidak *inert*) dan elektroda pasif (*inert*). Elektroda aktif adalah jenis elektroda yang ikut bereaksi serta dapat mengalami reaksi oksidasi. Sementara itu, elektroda pasif adalah jenis elektroda yang ikut bereaksi, namun mengalami reaksi redoks (Mulwandari, 2019). Kelebihan dari elektroda aktif adalah proses amplifikasi sinyal dilakukan sendiri oleh elektroda, sehingga dapat mengurangi artefak (*noise*) dari frekuensi listrik (Laszlo *et al.*, 2014).

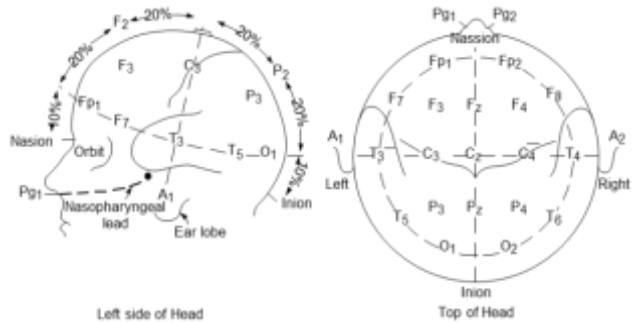
#### **d. Pemasangan Elektroda di EEG**

Instrumen EEG memiliki beberapa komponen yaitu elektroda, amplifier, dan alat untuk merekam. Perekaman EEG pada otak dilakukan melalui elektroda yang ditempelkan di kulit kepala. Proses ketika merekam aktivitas otak menggunakan EEG, dihasilkan resolusi yang sangat rendah. Hal ini terjadi karena gelombang terhalang oleh tengkorak dan lapisan meningen. Agar gelombang dapat terlihat di layar, maka elektroda harus digandakan. Selain itu, penempatan elektroda

harus diperhatikan yaitu berdasarkan standarisasi laboratorium sehingga dapat diadaptasi ke laboratorium lain (Deu, 2019). Penempatan elektroda telah diatur oleh Federasi Internasional berdasarkan standarisasi Elektroensefalografi dan Neurologi Klinis atau dikenal dengan "*International Electrode Placement System*" yaitu dengan sistem penempatan 10-20 elektroda (Bronzino, 2015).

Penggunaan sistem penempatan 10-20 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 telah disesuaikan dengan perhitungan 10% untuk elektroda pertama dan terakhir, sedangkan 20% pada elektroda lainnya pada sepanjang garis utama. Perhitungan ini dimulai dari pangkal hidung sebagai titik *nasion* sampai benjolan dibagian belakang kepala tepat di atas leher sebagai titik *inion*. Pengukuran ini juga berlaku pada garis antara telinga sebagai titik *auricular* dan garis di sekeliling lingkaran kepala (Annisah, 2018). Penyimpangan penempatan tersebut sekecil

mungkin untuk dapat dihindari karena dapat mempengaruhi diagnosis hasil perekaman (Cristiandi, 2018).



Gambar 2.6. Pemasangan sistem 10-20 (R.S. Khandpur, 2003)

Aturan penempatan elektroda berdasarkan pembagian otak yaitu; Frontal (F), Temporal (T), Sentral (S), Posterior (P), dan Oksipital (O). Misalnya, F7 lebih dekat ke pusat aktivitas rasional, Fz lebih dekat ke pusat perhatian, dan F8 lebih dekat ke sumber impuls emosional C3, C4, dan Cz mengacu pada sistem motorik dan sensorik. Aktivitas sensorik dan diferensiasi setelah elektroda P3, P4, dan Pz. T3 dan T4 berada di dekat prosesor emosi. T5 dan T6 adalah fungsi

memori. Kemudian letakkan O1 dan O2 di area bawahan (Rahmawati, 2018).

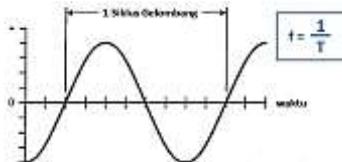
## **5. Gelombang Otak**

Alat perekaman pada EEG biasanya menggunakan komputer dengan metode pengambilan sinyal EEG analog secara periodik pada interval waktu yang konstan. Sinyal analog diubah ke bentuk digital dan hasilnya akan tersimpan di dalam penyimpanan komputer. Hasil perekaman EEG berupa informasi dari perubahan potensial listrik otak yang berasal dari satu set elektroda. Informasi ini merupakan karakteristik dari bentuk gelombang yang didalamnya mencakup frekuensi, amplitudo, dan pola listrik (*spindle*) (Bronzino, 2015).

### **a. Frekuensi Gelombang**

Frekuensi merupakan banyaknya getaran yang dihasilkan dalam setiap sekon (detik). Pengertian frekuensi menurut ilmu elektronika, adalah banyaknya gelombang listrik yang dihasilkan setiap detiknya. Satuan frekuensi adalah Hertz atau disingkat Hz dan biasanya disimbolkan dengan huruf "f". Pada dasarnya,

nilai dari 1 Hertz sama dengan satu gelombang listrik atau getaran tiap detik (1 Hertz = 1 gelombang per sekon). Satuan Hertz diambil berdasarkan nama salah satu fisikawan dari Jerman yang bernama Heinrich Rudolf Hertz karena telah banyak memberikan kontribusi di bidang elektromagnetisme. Besarnya frekuensi pada gelombang sebanding dengan banyaknya jumlah energi pada gelombang. Artinya, semakin tinggi frekuensi gelombang, maka jumlah energinya akan semakin banyak begitupun sebaliknya walaupun dengan amplitudo yang seragam (Saminan, 2020).

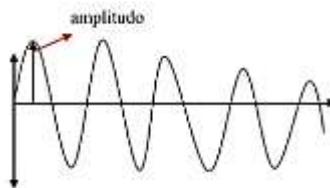


Gambar 2.7. Frekuensi Gelombang  
(Sirait, 2020)

### **b. Amplitudo Gelombang**

Amplitudo adalah simpangan maksimum gelombang pada suatu medium tertentu. Berdasarkan amplitudo, gelombang terbagi

menjadi dua yaitu gelombang berjalan dan gelombang diam (stasioner). Gelombang berjalan adalah gelombang dengan amplitudo tetap di setiap titik yang dilaluinya, sedangkan gelombang stasioner adalah gelombang dengan amplitudo berubah-ubah pada setiap titik yang dilaluinya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 (Sirait, 2020). Gelombang otak termasuk gelombang stasioner karena memiliki amplitudo yang berubah-ubah di setiap detiknya. Hasil perekaman EEG berupa informasi dari perubahan potensial listrik otak yang berasal dari satu set elektroda. Amplitudo puncak ke puncak gelombang yang dapat diambil dari kulit kepala, umumnya bernilai 100 mV atau kurang sedangkan pada otak sekitar 1 mV. (Bronzino, 2015).



Gambar 2.8. Amplitudo Gelombang  
(Sirait, 2020)

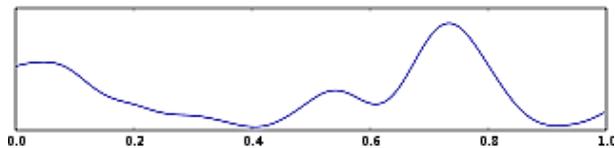
### **c. Klasifikasi Gelombang Otak Berdasarkan Frekuensi**

Otak adalah organ tubuh bersifat elektrokimia yang direfleksi dan dapat memproduksi energi listrik sebesar 10 watt. Jaringan otak manusia mampu menghasilkan gelombang listrik yang berfluktuasi atau disebut dengan gelombang otak (*brainwave*). Gelombang otak dapat diukur menggunakan instrumentasi kedokteran yang disebut dengan Elektroensefalografi (EEG). Hasil pengukuran EEG diperoleh lima jenis gelombang berdasarkan jenis gelombang yang dihasilkan oleh otak pada umumnya, yaitu gelombang delta, tetha, alfa, beta, dan gamma (Fadilah, 2018).

#### **1. Gelombang Delta**

Gelombang delta adalah gelombang otak dengan rentang frekuensi 0–4 Hz pada amplitudo 100–200 mV (Priyanka, Gawali and Mehrotra, 2016). Gelombang otak yang memiliki aktivitas lambat sehingga menghasilkan pola gelombang seperti pada Gambar 2.9. Seperti yang telah dideskripsikan oleh seorang ahli fisiologi dari

Jerman yaitu Gray Walter bahwa gelombang ini tidak akan terdeteksi pada seseorang yang sedang terjaga, dan ketika ditemukan pada seseorang yang sedang bangun maka dapat disimpulkan bahwa seseorang tersebut sedang mengalami disfungsi otak (Ekayama *et al.*, 2016; Sunardi and Sujito, 2019).

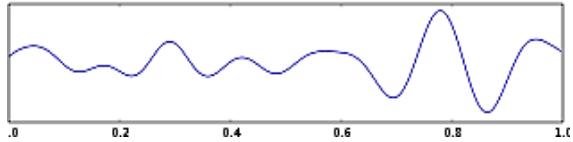


Gambar 2.9. Gelombang Delta  
(Nugroho and Fahruzi, 2015)

## 2. Gelombang Tetha

Gelombang tetha adalah gelombang otak yang memiliki rentang frekuensi 5-7 Hz pada amplitudo 5-10 mV (Priyanka, Gawali and Mehrotra, 2016). Jenis gelombang yang muncul ketika seseorang sedang sangat mengantuk sehingga terbentuk pola gelombang yang ditunjukkan pada Gambar 2.10. Beberapa penelitian mengatakan gelombang ini terhadap gerakan mata yang terhitung sangat cepat ketika

sedang tidur dan hipnotis (Akbar, 2014; Sunardi and Sujito, 2019).

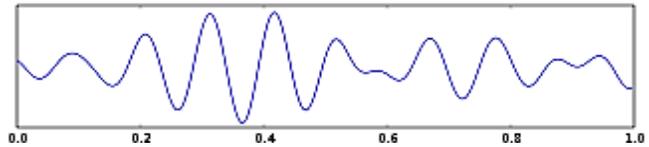


Gambar 2.10. Gelombang Theta  
(Nugroho and Fahruzi, 2015)

### 3. Gelombang Alfa

Gelombang alfa adalah jenis gelombang yang memiliki rentang frekuensi 8-12 Hz pada amplitudo 20-80 mV (Priyanka, Gawali and Mehrotra, 2016). Terdeteksi saat seseorang sedang berada di bawah alam sadar seperti relaksasi dengan mata tertutup, santai, tenang, atau sedang melamun. Sehingga menghasilkan pola gelombang yang ditunjukkan pada Gambar 2.11. Gelombang ini berasal dari *lobus* oksipital saat otak memproduksi dua hormon yaitu serotonin dan endorfin yang memberikan efek ketenangan dan kenyamanan. Sebuah penelitian mengatakan bahwa gelombang alfa dapat membantu menghilangkan depresi pada pasien (Qomariyah and Mulyono, 2014; Sunardi and

Sujito, 2019; Syam, 2019). Selain itu gelombang ini juga dapat membantu dalam meningkatkan kekebalan tubuh kemampuan indra, menstabilkan detak jantung, dan membuka pembuluh darah (Saminan, 2020).

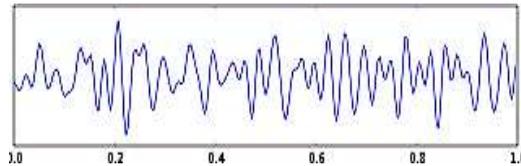


Gambar 2.11. Gelombang Alfa  
(Nugroho and Fahruzi, 2015)

#### 4. Gelombang Beta

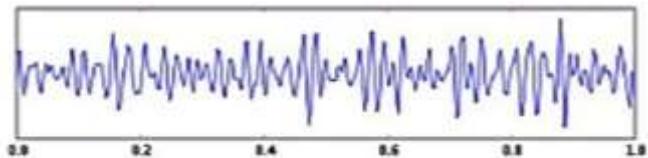
Gelombang beta adalah gelombang otak dengan frekuensi 13-35 Hz pada amplitudo 1–5 mV (Priyanka, Gawali and Mehrotra, 2016). Terdeteksi ketika seseorang sedang berpikir dan melakukan aktivitas sehari-hari sehingga menuntut logika dan analisis. Pola gelombang beta yang dihasilkan ketika seseorang sedang dalam kondisi berpikir ditunjukkan pada Gambar 2.12. Ketika gelombang beta muncul, maka otak yang dominan bekerja adalah otak kiri. Sehingga akan menyebabkan otak memproduksi dua hormon, yaitu hormon kortisol dan norepinefrin

yaitu hormon yang menimbulkan perasaan khawatir, cemas, marah, dan stress (Saminan, 2020).



Gambar 2.12 Gelombang Beta  
(Nugroho and Fahruzi, 2015)

#### 5. Gelombang Gamma



Gambar 2.13. Gelombang Gamma  
(Nugroho and Fahruzi, 2015)

Gelombang gamma adalah gelombang pada otak yang dapat terdeteksi oleh EEG dengan frekuensi  $>35$  Hz pada amplitudo 0,5–2 mV (Priyanka, Gawali and Mehrotra, 2016). Gelombang ini dihasilkan ketika seseorang dalam aktivitas mental, seperti panik dan ketakutan. Sehingga pola gelombang yang dihasilkan akan

lebih banyak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13 (Annisah, 2018; Sunardi and Sujito, 2019).

## **6. *Machine Learning***

### **a. Pengertian dan Sejarah**

*Machine learning* adalah salah satu bagian dari bidang ilmu *computer science* yang didalamnya mempelajari cara untuk membuat suatu mesin yang memiliki kecerdasan tertentu. Sementara itu, Fikriya & Irawan (Fikriya, Irawan and Soetrisno., 2017) di dalam penelitiannya menuliskan pengertian *machine learning* sebagai salah satu bidang studi yang dapat memberikan kemampuan pada suatu program komputer agar dapat belajar tanpa diprogram secara eksplisit. Pengertian lain dari *machine learning* atau disingkat dengan ML merupakan suatu teknologi yang ditemukan untuk memudahkan pemakai dalam mempelajarinya tanpa adanya petunjuk dalam pemakaiannya. Teknologi ini merupakan pengembangan dari beberapa ilmu seperti: Fisika, Matematik, Statiska, dan data meaning hingga dapat melakukan pembelajaran dalam analisa

tanpa diprogram kembali. Kelebihan dari *machine learning* adalah memiliki kemampuan untuk memperoleh data dan memerintahkan dirinya sendiri (Jamaaluddin and Indah, 2021).

*Machine learning* dapat dijalankan dengan adanya data yang didalamnya terdapat algoritma. Pada umumnya, data dibagi menjadi dua, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan dalam melatih algoritma, sedangkan data *testing* berfungsi untuk memahami performa algoritma yang sebelumnya telah dilatih saat memperoleh data baru yang belum pernah terlihat (Fikriya, Irawan and Soetrisno., 2017).

Program *machine learning* dapat berupa situs web, aplikasi, program, dan perangkat modern. Pemodelan ini bertujuan untuk mengklasifikasikan atau memprediksi suatu data baru yang dapat memungkinkan pengguna untuk melakukan pengambilan keputusan. Untuk meningkatkan nilai akurasi pada klasifikasi data, dibutuhkan pencarian secara acak yang dilakukan dengan optimal terhadap parameter yang tepat (Diantika and Firmanto, 2019).

Sejarah mencatat penemuan dasar *machine learning* dilakukan oleh beberapa ahli matematik, seperti Thomas Bayes, Andrey Markov, dan Adrien Maric Legendre pada tahun 1920. Kemudian dikembangkan menjadi Deep Blue (DB) oleh Internasional Business Machines IBM pada tahun 1966. DB merupakan perbaikan dari *machine learning* yang telah diujikan melalui permainan pakar Catur Profesional dan dapat dimenangkan oleh DB. Aplikasi *machine learning* hingga saat ini sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, seperti *feature unlock* dalam membuka HP. Medical diagnosis dalam bidang kesehatan, dan *virtual assistance* dalam bidang ekonomi (Jamaaluddin and Indah, 2021).

#### **b. Bahasa Pemrograman**

*Machine learning* dalam mengoperasikan sistemnya, membutuhkan bahasa pemrograman sebagai bahasa sistem. Pengertian dari bahasa pemrograman sendiri, yaitu bahasa yang memiliki tingkatan tinggi (*high-level programming language*), berjalan dengan sistem penerjemahan, dan dapat diaplikasikan untuk berbagai macam

tujuan. Salah satu bahasa pemrograman yang sangat populer pada *machine learning* adalah *python* (Anwar, 2019).

Sejarah mencatat, *python* pertama kali dimanifestasikan oleh orang Belanda yang dilatarbelakangi karena hobinya pada tahun 1990 yaitu Guido van Rossum. Penamaan *python* berasal dari nama salah satu jenis ular, yaitu ular piton. Ular ini digunakan pada acara humor di BCC pada tahun 1980 yang berjudul “Montry Python’s Flying Circus”. Karena pada saat itu Guido van Rossum menjadi salah satu penggemar dari acara tersebut, maka ia terinspirasi menggunakan nama *python*. Alasan mayoritas dari masyarakat memilih bahasa pemrograman ini adalah karena beberapa keunggulannya yaitu dikemas secara ringkas, sederhana, mudah untuk dibaca sintak intuitif, cross-platform, bersifat open source, serta memiliki *library* yang luas (Anwar, 2019; Muhammad Romzi and Kurniawan, 2020).

### c. Independent Component Analysis (ICA)

ICA merupakan salah satu metode dalam teknik statistik dan komputasi yang berfungsi sebagai pengurang *noise* atau artefak pada data. Pengurangan ini dilakukan dengan memisahkan sinyal dengan yang telah bercampur dengan sumber lainnya, seperti dari sensor alat atau dari faktor eksternal lainnya. ICA sering digunakan untuk memisahkan sinyal gelombang, salah satunya untuk sinyal otak pada gelombang EEG. Metode ini dibuat oleh Aapo dari Universitas Teknologi Hyvärinen di Helsinki (Putri *et al.*, 2022).

Prinsip kerja dari metode ICA adalah dengan mencari informasi pada sekumpulan data untuk menelusuri faktor independent. Tujuannya adalah untuk memisahkan sinyal-sinyal independent yang telah bercampur dengan sinyal lain sehingga mendapatkan artefak atau *noise*. Prinsip ini dirumuskan pada persamaan (1) dengan  $x$  adalah sinyal setelah difilter,  $A$  adalah matriks, sedangkan  $s$  merupakan sumber sinyal

yang masih tercampur dengan noise (Firstanto and Widjiati, 2013)

$$x = As \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan diatas, tujuan dari metode ICA adalah untuk menentukan sinyal perkiraan ( $y$ ). Apabila persamaan (1) ditulis dalam bentuk matrik dua dimensi, maka (Benyamin, 2013):

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Perkiraan sinyal dilakukan dengan memisahkan sinyal campuran oleh nilai  $W$  (*Unmixing matriks*) dengan sinyal yang sudah difilter ( $x$ ) yang dinyatakan dengan persamaan (Benyamin, 2013):

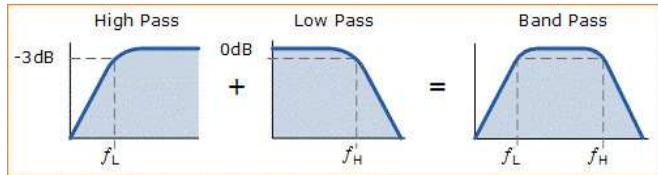
$$y = Wx \quad (4)$$

$$W = A^{-1} \quad (5)$$

#### **d. Bandpass Filter**

*Bandpass filter* (BPF) adalah salah satu metode dalam pemrograman untuk memotong atau meredam frekuensi yang melewati rentang frekuensi maksimal yang telah

ditetapkan. BPF merupakan gabungan dari *high pass* dan *low pass filter*. Prinsip kerja dari metode ini adalah hanya melewatkan semua pita frekuensi dan hanya akan melemahkan frekuensi yang berada di luar pita tersebut. Berikut merupakan diagram blog *bandpass filter* yang divisualisasikan pada Gambar 2.14 (Rayana and Andriani, 2019).



Gambar 2.14 Kurva bandpass filter  
(Elektro, 2020)

### e. Power Spektral Density

PSD merupakan algoritma dengan metode berbasis welch untuk ekstraksi fitur yang digunakan dalam analisis pola sinyal, salah satunya yaitu EEG berdasarkan kekuatan spektrum pada sinyal. Spektrum diperoleh dengan mentransformasikan sinyal EEG dari bentuk *time-based* ke *frekuensi-based* untuk

memperoleh fitur frekuensi pada pola sinyal tersebut (Aji and Tjandrasa, 2017).

Spektrum frekuensi dapat diperoleh dengan menerapkan transformasi Fourier, namun karena waktu dalam proses komputasi menjadi sangat besar, jadi untuk perhitungan FFT secara langsung dinilai tidak efisien. Sehingga, digunakan metode untuk memperoleh spektrum frekuensi isyarat yaitu dengan menghitung estimasi dari spektrum daya.

Data masukan dikelompokkan menjadi beberapa segmen yang pendek dan untuk perhitungan periodogram dilakukan dengan menerapkan perhitungan FFT. Sebelum dilakukan perhitungan periodogram, setiap segmen dimodifikasi dengan perkalian antara segmen-segmen terhadap fungsi jendela seperti persamaan (6). Selanjutnya, diperoleh nilai imajiner dari FFT untuk menentukan nilai power spectrum pada persamaan (7). Periodogram dirata-ratakan hingga dihasilkan nilai estimasi spektrum daya dengan persamaan (8) (Kemalasari, Wijayanto and R, 2011):

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \quad (6)$$

Dengan :

$w(n)$  = Koefisien window ke- $n$

$\pi = 3.145219$

$n = 0,1,2,3,\dots,N$

$N$  = Banyaknya data

$$S(e^{j\omega}) = \frac{\frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^n w_i x_i e^{-j\omega i} \right|^2}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |w_i|^2} \quad (7)$$

Dengan:

$S(e^{j\omega})$  = nilai spektrum sinyal tiap segmen

$i$  = 0,1,2,3,..... $N$

$w_i$  = Hasil koefisien Hamming window

$x_i$  = Nilai sinyal ke- $i$

$$P_{xx}(\omega) = \frac{\sum_{k=1}^K S(e^{j\omega})}{K} \quad (8)$$

Dengan:

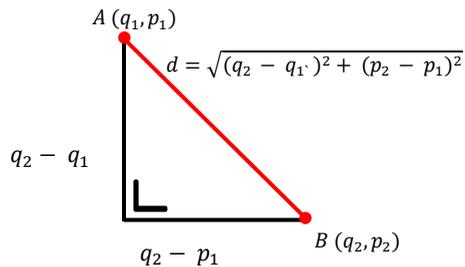
$P_{xx}(\omega)$  = Nilai rata-rata koefisien sinyal

$K$  = banyak segmen

#### f. K-Nearest Neighbor

*K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah salah satu metode yang digunakan dalam klasifikasi data menggunakan algoritma *supervised* dengan menentukan jarak terdekat antara data baru

(*testing*) dengan kategori yang sudah ada sebelumnya (*training*). Jarak tersebut ditentukan berdasarkan pada rumus *euclidean distance*, yaitu rumus *phytagoras* lebih dari dua dimensi seperti pada Gambar 2.15 (Shedriko, 2021).



Gambar 2.15 Rumus Phytagoras  
(Dokumentasi Pribadi)

Dari rumus phytagoras diatas, maka diperoleh rumus *euclidean distance* sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2} \quad (9)$$

Nilai akurasi pada klasifikasi data diperoleh berdasarkan peraturan *confusion matrix*. Metode ini dapat menghasilkan nilai akurasi, presisi, dan *recall* (Azis, 2018). Untuk menentukan nilai akurasi, cofusion matrix memiliki persamaan sebagai berikut:

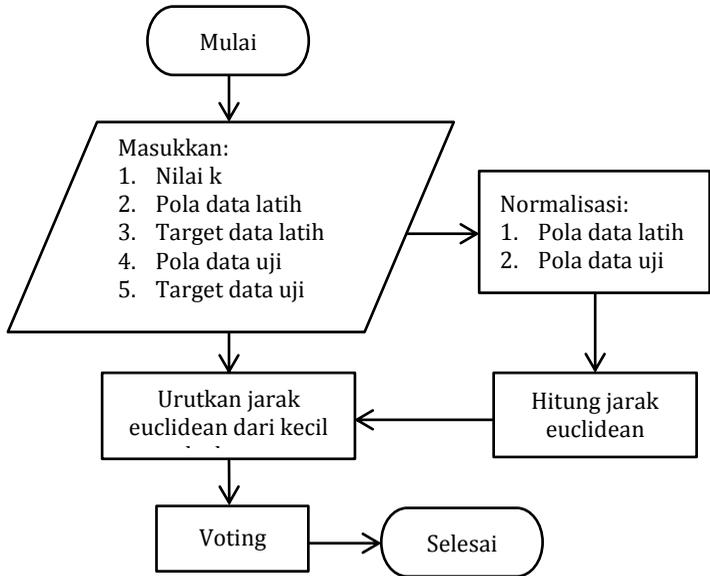
$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (10)$$

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{FP+TP} \times 100\% \quad (11)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{FN+TP} \times 100\% \quad (12)$$

Pada persamaan diatas, TP atau True Positive menunjukkan data benar dan mengidentifikasi kelas positif. TN atau True Negative menunjukkan data benar mengidentifikasi kelas negatif. FP atau False Positive adalah data hasil klasifikasi yang mengidentifikasi kelas positif yang salah. Sementara FN atau False Negative yaitu hasil uji klasifikasi yang menunjukkan kelas negatif yang salah (Azis, 2018; Cahyadi *et al.*, 2019).

Beberapa keunggulan metode KNN adalah teknik klasifikasi yang sederhana, cepat, dan mudah untuk dipahami. Selain itu, untuk data dengan jumlah besar, metode ini terhitung efektif untuk diterapkan. Adapun flowchart untuk klasifikasi KNN ditunjukkan pada Gambar 2.16 (Athalla, Jovandy and Habibie, 2018).



Gambar 2.16 Flowchart algoritma KNN

## B. Kajian Pustaka yang Relevan

Penelitian terkait yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Abdullah & Omar, (2011) untuk mengetahui pengaruh nilai keagamaan melalui murottal al-Qur'an yang diperdengarkan terhadap aktivitas otak manusia. Subjek diberikan dua perlakuan berbeda, yaitu

saat mendengarkan murottal al-Qur'an dan mendengarkan musik keras kemudian dilakukan analisis menggunakan *software* SPSS. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan gelombang alfa untuk mencapai keadaan rileks mengalami peningkatan lebih tinggi ketika mendengarkan al-Qur'an dibandingkan dengan mendengarkan musik keras.

2. Studi penelitian menggunakan EEG yang dilakukan oleh (Syam, 2019) untuk mengetahui perbandingan aktivitas gelombang alfa pada otak sebelum dengan sesudah mendengarkan murottal surat al-Waqi'ah. Metode pengambilan data menggunakan *pre test* dan *post test* terhadap kelompok rangsangan dan kontrol dengan masing-masing 10 orang untuk mengetahui peningkatan dalam mengerjakan soal. Analisis data menggunakan *software* SPSS dan menghasilkan kesimpulan bahwa dengan mendengarkan murottal dapat meningkatkan ketenangan ditunjukkan dengan peningkatan gelombang alfa.

3. Terkait metode ekstraksi PSD pada studi EEG, sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Husain & Aji (Husain and Aji, 2019), untuk ekstraksi gelombang dari domain waktu ke domain frekuensi. Penelitian yang bertujuan untuk mendeteksi pola gelombang otak pada penderita epilepsi melalui proses klasifikasi antara kondisi normal dengan epilepsi. Data diambil dari Universitas Bonn sebanyak 100 data dan dihasilkan nilai akurasi hingga 99,68%.
4. Metode ekstraksi serupa, juga dilakukan oleh Aji & Tjandrasa (Aji and Tjandrasa, 2017) untuk mengklasifikasikan sinyal EEG kondisi normal dengan penderita epilepsi. Algoritma PSD digunakan dalam mengekstraksi fitur dari domain waktu menjadi frekuensi, sementara untuk proses klasifikasi menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Ekstraksi ini dilakukan pada 500 data berupa *database* yang tersedia di Universitas Bonn dan menghasilkan nilai akurasi hingga 93.2%.
5. Penggunaan metode klasifikasi KNN terkait studi EEG, sebelumnya juga sudah diterapkan oleh Rauf,

Yosrita & Aziza (Rauf, Yosrita and Aziza, 2021) untuk pengenalan kata yang dibayangkan pada penderita *Locked in syndrome* (LIS). Perekaman dilakukan terhadap 11 mahasiswa Institusi Teknologi PLN dengan total data sebanyak 35.200. Data diekstraksi menggunakan algoritma *fast fourier transform* dan dihasilkan ekstraksi pada setiap jenis gelombang, yaitu delta, tetha, alfa, beta, dan gamma. Klasifikasi ini menghasilkan nilai akurasi, presisi, dan *recall* masing-masing sebesar 82%.

6. Metode serupa, juga dilakukan oleh Sofiani & Juniati (Sofiani and Juniati, 2022) untuk mengklasifikasikan jenis emosi melalui gelombang otak manusia. Penelitian ini dilakukan dengan empat jenis emosi yang berbeda, yaitu netral, senang, cemas, dan sedih. Keempat jenis emosi ini ditinjau dari tiga jenis gelombang otak yaitu alfa, beta, dan gamma. Total penelitian menggunakan 60 data untuk proses klasifikasi hingga dihasilkan nilai akurasi 91,67%.

Berdasarkan penelitian yang relevan diatas, studi kasus yang dilakukan umumnya adalah

penelitian untuk mengetahui perbandingan antara aktivitas gelombang otak sebelum dengan sesudah diperdengarkan murottal al-Qur'an. Sementara itu, belum ada penelitian dengan studi kasus aktivitas gelombang otak melalui rangsangan yang sangat sederhana karena dapat dilakukan tanpa menggunakan alat yaitu dengan dzikir istighfar. Maka dari itu, akan dilakukan penelitian untuk klasifikasi gelombang otak saat kondisi cemas dan dzikir istighfar menggunakan metode Nearest Neighbor (KNN).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif menggunakan metode *Experiment*. Metode kuantitatif adalah metode pengumpulan data berupa angka yang selanjutnya dapat dianalisis menggunakan teknik statistik (Ibrahim *et al.*, 2018).

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian dan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Fisika Modern, Kampus III Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Waktu penelitian, pengujian, dan analisis dilakukan selama bulan Oktober – Desember 2022.

#### **C. Sampel Penelitian**

Sampel penelitian ini sebanyak 25. Penetapan ini berdasarkan teori dari Screiber yang menyatakan bahwa jumlah minimal sampel pada setiap parameter adalah 10 peserta. Sampel merupakan mahasiswa Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang Angkatan 2018 dan 2019 dengan rentang usia 20-23 tahun. Penentuan ini berdasarkan usia yang telah ditetapkan oleh Departemen Kesehatan RI

(2009) pada situs resminya yaitu [depkes.go.id](http://depkes.go.id) dengan pembagian sebagai berikut:

1. Masa balita = 0 – 5 tahun,
2. Masa kanak-kanak = 6 – 11 tahun.
3. Masa remaja Awal = 12 – 16 tahun.
4. Masa remaja Akhir = 17 – 25 tahun.
5. Masa dewasa Awal = 26 – 35 tahun.
6. Masa dewasa Akhir = 36 – 45 tahun.
7. Masa Lansia Awal = 46 – 55 tahun.
8. Masa Lansia Akhir = 56 – 65 tahun.
9. Masa Manula = 65 – atas (Amin and Juniati, 2017)

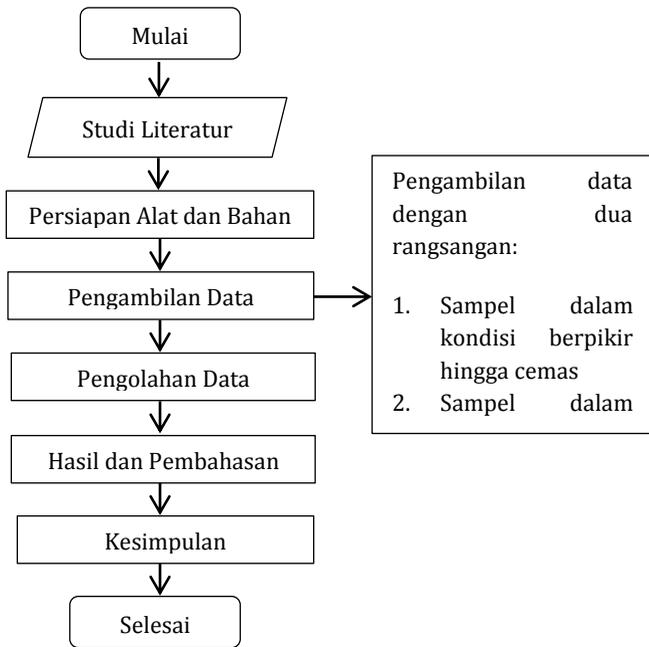
Pemilihan 25 sampel dengan kriteria sebagai berikut:

1. Mahasiswa Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
2. Sehat jasmani dan rohani
3. Sedang tidak tidur atau mengantuk
4. Sedang tidak mengkonsumsi obat-obatan

#### **D. Prosedur Penelitian**

Gambar 3.1 menunjukkan prosedur penelitian yang dimulai dengan studi literatur. Pengumpulan studi literatur bersumber dari berbagai referensi; seperti *e-book*, buku non-fiksi, jurnal, dan skripsi.

Dilanjutkan pengambilan data terhadap 25 sampel dengan mengukur kepala untuk menentukan pemasangan elektroda sistem 10-20, menempatkan topi pengunci elektroda dan elektroda di kulit kepala. Pengambilan data dilakukan dua kali yaitu rangsangan saat remaja cemas sebagai data pertama dan perlakuan remaja saat dzikir istighfar untuk data kedua.



Gambar 3.1 Prosedur penelitian

Ketika pengambilan data, subjek diharuskan untuk tetap tenang dengan tidak melakukan gerakan dan menutup kedua mata agar data yang dihasilkan tidak mengandung *noise* (artefak). Pengambilan data pada setiap objek dilakukan sebanyak tiga kali dengan jeda waktu istirahat 60 detik di setiap rangsangan yang berbeda. Pengambilan data pertama hanya untuk menstabilkan aktivitas otak, kemudian pengambilan data kedua sampel diminta untuk berpikir mengenai problematika yang sedang dihadapinya hingga merasa cemas. Dilanjutkan pengambilan data ketiga dengan rangsangan pelafalan dzikir istighfar di dalam hati. Pengambilan data pada setiap perlakuan dilakukan selama 60 detik. Langkah selanjutnya, data yang diperoleh akan diolah menggunakan sistem *machine learning* untuk memperoleh nilai persentase akurasi, presisi, dan *recall* dari proses klasifikasi.

#### **E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan beberapa instrumen, antara lain:

1. Elektroensefalografi (EEG)



Gambar 3.2 Instrumentasi EEG  
(Dokumen pribadi)

Instrumen EEG ditunjukkan pada Gambar 3.2. Jenis EEG yang digunakan pada penelitian ini adalah EEG KT88 dengan sebagai berikut:

- a) 16 Channel EEG + 2 Channel EKG
- b) *Head Box*
- c) Elektroda jenis pad
- d) Penutup Kepala
- e) Tingkat akurasi 12 bit
- f) Tingkat pengambilan sampel 100 dots/s
- g) Impedansi input  $\geq 10M\Omega$
- h) CMRR  $\geq 90$  dB
- i) Level Noise :  $\leq 5\mu$  Vp-p
- j) Pembesaran Ganda : 10000
- k) Arus Bocor Pasien :  $< 10 \mu$  A

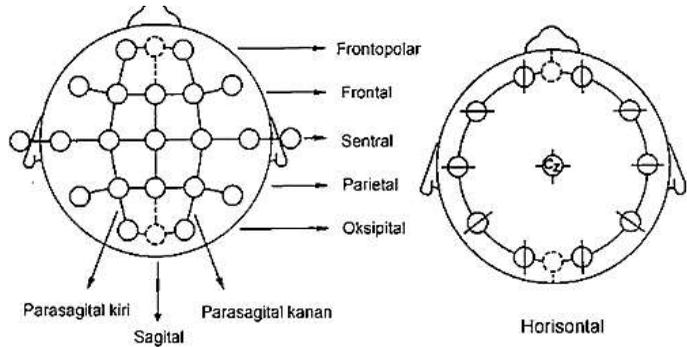
- l) Amplitudo : 1, 1.5, 2,3,5,7.5,10,12,15,20,30,50 mm/50  $\mu$  V
- m) Kecepatan putaran : 1 kali, 2 kali, 3 kali, 10 kali, 20 kali, 40 kali,60 kali
- n) Kecepatan tampilan pada kertas: 5, 10, 5, 30, 60, 120 mm/s
- o) Tekanan interferensi pada 50 Hz:  $\geq 30$ dB
- p) Jenis keamanan: Kelas II, dengan penerapan di bagian tipe BF

## 2. Instrumen pendukung EEG

Pengambilan data EEG membutuhkan instrumen pendukung agar EEG dapat berfungsinya dengan baik. Berikut adalah instrumen pendukung EEG:

- a) Pita pengukur, untuk mengukur ukuran kepala agar dapat menentukan titik penempatan elektroda
- b) Topi kepala, untuk menjaga agar elektroda tidak bergeser dari titik penempatan yang sudah ditentukan

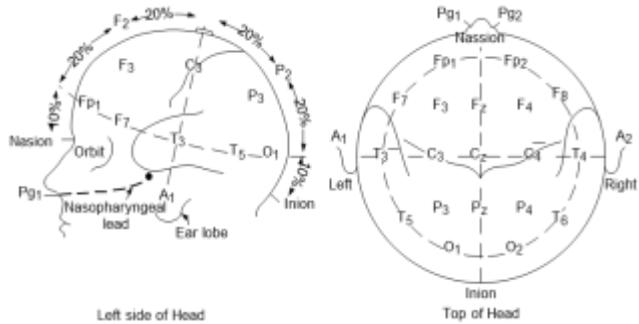
## 3. Penempatan Elektroda



Gambar 3.3 Penempatan elektroda berdasarkan 3 bidang (Khakim and Kusrohmaniah, 2021)

Penempatan elektroda menurut Khakim & Kusrohmaniah (Khakim and Kusrohmaniah, 2021) dilakukan berdasarkan tiga bidang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2, meliputi:

- Bidang Anterior-Posterior (A-P): terdiri dari parasagittal kiri, parasagittal kanan, dan sagittal.
- Bidang Transversal: terdiri dari frontopolar, frontal, sentral, parietal, dan oksipital
- Bidang Horizontal: terdiri dari Sirkumferensial yaitu di atas titik preaurikuler.



Gambar 3.4. Pemasangan elektroda berdasarkan sistem 10-20 pada anatomi kepala (Negara, 2018) Bersumber dari buku karangan Bronzino (Bronzino, 2015) berikut adalah langkah-langkah pemasangan elektroda pada kulit kepala:

- a. Mempersiapkan elektroda yang sudah direndam di air bersih
- b. Menentukan posisi penempatan elektroda menggunakan pita pengukur berdasarkan system 10-20 pada titik frontal (F), temporal (T), parietal (P), dan oksipital (O). Gambar 3.3 menunjukkan sistem pemasangan elektroda sesuai anatomi kepala berdasarkan aturan standarisasi yang telah ditetapkan.
- c. Nomor ganjil pada elektroda terletak di bagian kiri kepala dan nomor genap di bagian kanan.

4. Berdasarkan anatomi otak, pemasangan elektroda terbagi menjadi 6 bidang:

a) Bidang Sagital

- Pengukuran dimulai dari pangkal hidung yaitu titik nasion ke puncak kepala bagian belakang yaitu *inion*.
- Perhitungan pertama untuk menentukan bidang frontal polar (Fp) dengan 10% dari total *nasion-inion*
- Selanjutnya pembentukan bidang transversal dengan masing-masing ukuran 20% dari *nasion-inion* hingga tersisa 10% dari jarak total.
- Garis imajiner ini menjadi bidang frontal (F), sentral (C) di posisi 50%, parietal (P), dan oksipital (O).
- Menentukan titik Fz dan Pz, pita ukur diletakkan dari *nasion* ke *inion* melalui titik Cz

b) Bidang Sentral

- Pengukuran dilakukan dari titik preaurikuler kanan ke kiri melalui bidang sentral untuk membentuk garis imajiner.

- 10% dari bidang preaurikuler kiri menjadi bidang sirkumferensial kiri
- 20% dari bidang sirkumferensial kiri akan menjadi bidang sentral dengan memotong bidang sagital (Cz).

c) Bidang Sirkumferensial

- Pita ukur diletakkan di titik Fpz-Oz melalui garis sirkumferensial kiri
- 10% dari jarak total akan menjadi titik frontopolar kiri (Fp1) dan 20% dari jarak dilateral Fp1 menjadi titik frontal kiri (F7)
- 20 % dari lateral F7 menjadi titik mid temporal kiri (T3) dan 20% dari T3 menjadi titik posterior temporal kiri (T5)
- Dari titik T5, lateral 20% menjadi titik oksipital kiri (O1) dan tersisa 10% kembali ke titik Oz
- Langkah diatas juga dilakukan pada belahan kepala bagian kanan untuk mendapatkan titik T6.

d) Bidang Parasagital

- Pita ukur diletakkan di titik Fp1-garis parasagital kiri-O1

- 25% dari total jarak dibelakang Fp1 akan menjadi bidang frontal
- 25% pengukuran menyilang dari garis parasagital adalah titik C3
- 25% kebelakang dari C3 menjadi bidang parietal
- Langkah ini juga dilakukan pada pengukuran belahan kepala bagian kanan untuk mendapatkan titik C4, bidang frontal dan parietal

e) Bidang Frontal

- Pita ukur diletakkan di titik F7-Fz-F8
- Setengah dari titik F7-Fz dengan memotong bidang parasagital kiri akan menjadi titik F3. Langkah ini juga dilakukan untuk menentukan titik F4
- Pada bidang frontal, jarak masing-masing elektroda tidak boleh berbeda

f) Bidang Parietal

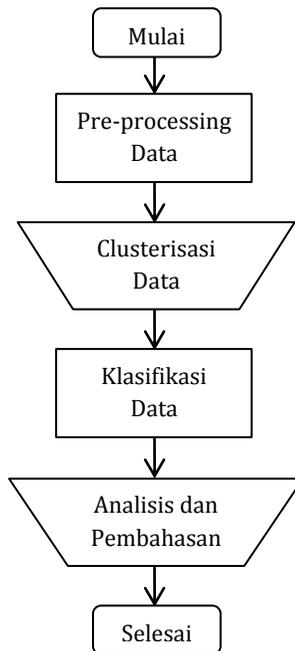
- Tambahkan dua elektroda di cuping telinga kiri (A1) dan kanan (A2), hingga total elektroda menjadi 21 buah

- 1 cm diatas sepertiga posterior pada jarak meatus akustikus externa dan kantusexterna, tambahkan elektroda di sebelah kiri (T1) dan kanan (T2).

## **F. Teknik Pengolahan Data**

Setelah tahap pengambilan data, akan dilakukan tahap pengolahan data seperti *flowchart* pada Gambar 3.5 yang terdiri dari; *pre-processing*, *clustering*, dan klasifikasi data. Tahap *pre-processing* data yaitu proses mengubah format data agar sesuai dengan format yang dibutuhkan pada tahap selanjutnya. Karena data masih bercampur dengan sinyal-sinyal dari sumber lain, seperti dari sensor perekaman atau dari adanya pergerakan saat perekaman maka diperlukan metode pemisah sinyal. Metode pemisahan sinyal yang digunakan adalah metode ICA. Selanjutnya, untuk menyaring gelombang yang melebihi rentang frekuensi yang telah ditetapkan dibutuhkan metode *filter bandpass*. Data sinyal EEG yang telah difilter akan ditransformasikan dari *time-based* ke *frequency-based* menggunakan algoritma PSD untuk memperoleh fitur frekuensi yang telah ditetapkan (Husain and Aji, 2019).

Tahapan selanjutnya adalah pelabelan untuk mengelompokkan data secara manual. Setelah data sudah diberi label, kemudian langkah terakhir yaitu tahap klasifikasi data yang bertujuan untuk mengklasifikasikan gelombang berdasarkan frekuensi pada gelombang otak. Pada tahap ini, metode klasifikasi yang digunakan adalah KNN berdasarkan jarak terdekat antara data baru dengan data lama (Hidayat *et al.*, 2021).



Gambar 3.5 Prosedur Pengolahan Data

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Deskripsi Hasil Penelitian**

Proses pengambilan data pada sampel, dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan, seperti: meteran pengukur kepala, topi EEG, elektroda, dan instrumentasi EEG. Setelah semua alat dan bahan disiapkan, kepala diukur menggunakan pita ukur untuk menentukan jarak penempatan setiap elektroda. Elektroda ditempelkan ke kulit kepala dengan sistem 10-20 dan setelah elektroda terpasang dengan benar dan sampel duduk dengan posisi yang nyaman, pengambilan data pada sampel dapat dimulai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Pengambilan data pada setiap sampel dilakukan sebanyak tiga kali dengan jeda waktu istirahat pada setiap rangsangan selama 60 detik. Setiap pengambilan data dilakukan selama 60 detik, dimulai dari pengambilan pertama hanya untuk menstabilkan gelombang otak, kemudian pengambilan kedua dengan sampel diminta untuk berpikir hingga merasa cemas. Sementara untuk pengambilan data ketiga,

sampel diminta untuk dzikir istighfar di dalam hati. Karena metode dzikir istighfar diketahui dapat dijadikan sebagai metode relaksasi pikiran untuk menurunkan kecemasan pada seseorang (Uyun, 2016).



(a)



(b)

Gambar 4.1 (a) Pemasangan elektroda pada kulit kepala dan (b) Pengambilan data menggunakan EEG

## B. Pengolahan Data

### 1. Pre-Processing Data

Setelah pengambilan data pada sampel, data yang diperoleh akan diolah menggunakan sistem *machine learning* pada *python google collab*. Tahap pertama pada pengolahan data, adalah *pre-processing* data atau tahap menyiapkan data sebelum dilakukan tahap selanjutnya yaitu dengan mengubah data mentah ke dalam format yang dibutuhkan (Meilina, 2015; Setyohadi and Kristiawan, 2017). Pada tahap ini, terdapat tiga langkah yaitu: mengubah sinyal EEG dari format edf ke csv untuk memisahkan data pada setiap rangsangan, menyaring data menggunakan metode *Independent Component Analysis* (ICA) dan *bandpass filter*.

#### 1.1 Mengubah Format Data



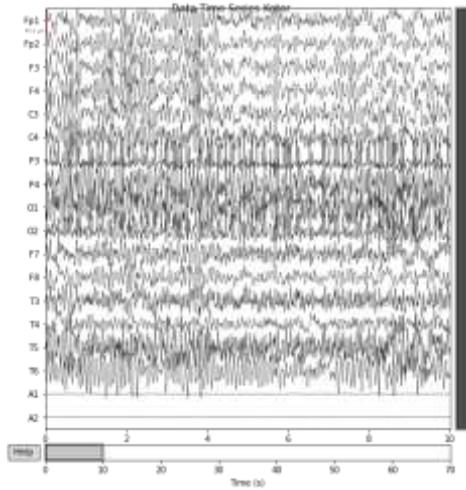
Gambar 4.2 Proses mengubah format data Edf ke csv

Tahap pertama pada *pre-processing* data adalah mengubah format edf menjadi csv. Tujuannya adalah untuk memisahkan gelombang pada setiap rangsangan. Data yang diperoleh saat pengambilan data memiliki format edf yang didalamnya terdapat tiga jenis rangsangan yang berbeda, yaitu saat normal, cemas dan dzikir istighfar. Oleh karena itu, untuk memisahkan ketiga data tersebut, data mentah harus diubah dari format edf menjadi csv agar memudahkan dalam pemisahan data berdasarkan waktu pergantian rangsangan tersebut. Perubahan format data menggunakan aplikasi EDFbrowser seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.

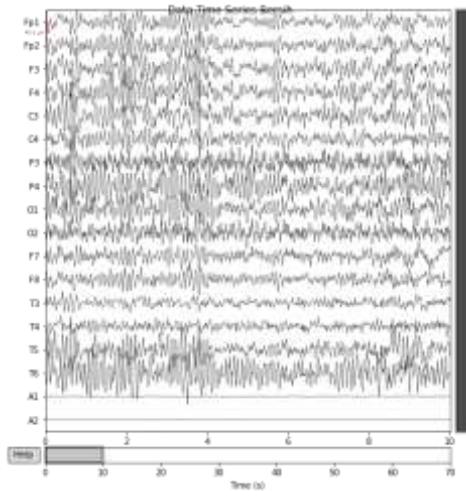
## 1.2 Filterisasi ICA

Setelah data cemas dan istighfar sudah terpisah, selanjutnya masing-masing data akan difilter menggunakan metode ICA. Metode ICA merupakan salah satu metode dalam teknik statistik dan komputasi yang digunakan untuk mengurangi *noise* atau artefak pada data. *Noise* ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pengaruh sinyal listrik dari sensor alat, gerakan

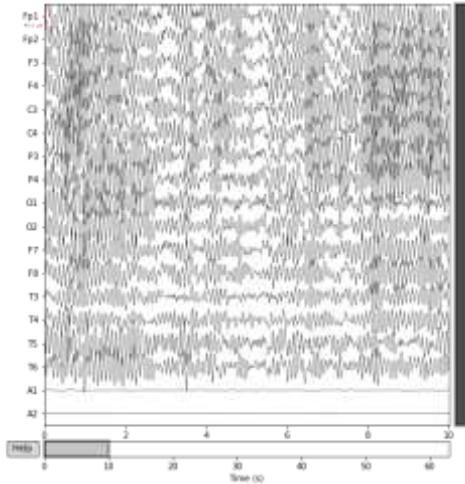
mata, ataupun gerakan kepala pada saat pengambilan data.



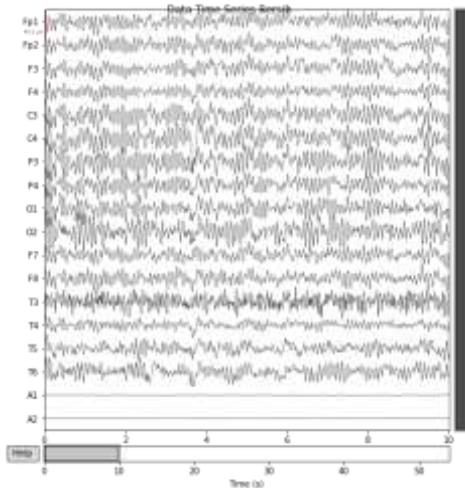
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.3 Gelombang saat cemas (a) sebelum, (b) sesudah proses ICA dan saat istighfar (c) sebelum, (d) sesudah proses ICA

Implementasi metode ini dilakukan dengan pemrograman *python* pada *google collab*. Langkah pertama, yaitu dengan menginstall paket pustaka (*library*) *mne*, *pandas*, dan *matplotlib*. *Mne* merupakan paket pustaka *open source* pada pemrograman *python* untuk visualisasi dan analisis data neurofisiologi salah satunya adalah sinyal EEG (Gramford, 2022). *Pandas* berfungsi dalam mempersiapkan struktur data yang fleksibel untuk membaca, memfilter, maupun mengelompokkan data. Sementara *matplotlib* berfungsi untuk memplot data dalam bentuk grafik dua atau bahkan 3 dimensi (Amazon, 2022). Setelah paket pustaka terinstall, data cemas dan dzikir istighfar yang sudah dipisahkan diimport ke google drive. Data yang sudah difilterisasi menggunakan ICA, memiliki format edf. Data perekaman gelombang saat kondisi cemas sebelum filtrasi (a), sesudah filtrasi (b) dan saat kondisi dzikir istighfar sebelum (c) , sesudah filtrasi (d) terlihat lebih bersih seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.

### 1.3 Filterisasi *Bandpass*

Setelah data sudah bersih dari *noise* atau artefak, tahap terakhir pada *pre-processing* data adalah melakukan filterisasi kembali menggunakan metode *bandpass filter*. Filterisasi ini bertujuan untuk memotong atau menghilangkan frekuensi yang melewati rentang frekuensi maksimal yang telah ditetapkan (Rayana and Andriani, 2019). Filterisasi dilakukan berdasarkan rentang frekuensi pada empat jenis gelombang otak, yaitu; delta (0.5-4 Hz), teta (5-7 Hz), alfa (8-12 Hz), dan beta (13-35 Hz). Jadi, batas maksimal untuk filterisasi menggunakan filter *bandpass* ditetapkan dari 0.5 Hz hingga 35 Hz. Untuk gelombang yang melebihi rentang tersebut, maka secara otomatis akan hilang karena metode peredaman gelombang menggunakan *bandpass filter*.

Langkah pertama, seperti pada tahap sebelumnya yaitu menginstall paket pustaka *mne*, *numpy*, dan *pandas*. Selanjutnya, data diimpor dari *google drive* dalam bentuk edf baik data saat cemas maupun saat dzikir istighfar. Langkah

terakhir, yaitu menentukan rentang frekuensi dari minimal ke maksimal yaitu 0.5 hingga 35 Hz agar sinyal yang melebihi batas maksimal tersebut dapat dilemahkan dan dihilangkan.

## 2. Ekstraksi Data

Tahap kedua dari pengolahan data, adalah ekstraksi data atau transformasi data. Ekstraksi ini dilakukan dengan algoritma PSD pada *python google collab*. PSD merupakan salah satu metode ekstraksi fitur yang digunakan dalam analisis pola sinyal dan salah satunya digunakan pada gelombang EEG berdasarkan kekuatan spektrum pada sinyal. Prinsip kerja dari metode ini yaitu dengan mentransformasikan sinyal EEG dari bentuk *time-based* ke *frekuensi-based* untuk memperoleh fitur frekuensi pada pola sinyal tersebut (Aji and Tjandrasa, 2017).

Ekstraksi data dimulai dengan menginstall paket pustaka *mne*, *numpy*, dan *pandas* kemudian dilanjutkan dengan perintah menghitung nilai persentase gelombang, baik saat kondisi cemas maupun dzikir istighfar. Persentase yang ditampilkan berdasarkan pada masing-masing

jenis gelombang, yaitu delta, tetha, alfa, dan beta. Setelah diperoleh persentase dari masing-masing kondisi, kemudian perintah untuk menghitung persentase kenaikan dan penurunan gelombang antara kondisi cemas dengan dzikir istighfar.

### 3. Klasterisasi Data

Data hasil ekstraksi dalam bentuk persentase akan diklasterisasi secara manual dengan pelabelan pada setiap rangsangan. Pelabelan ini dilakukan dengan dua *cluster* yaitu 1 (cemas) dan 0 (istighfar). Hasil dari proses pelabelan, diperoleh data cemas (label 1) dan dzikir istighfar (label 0) masing-masing adalah 25 hingga jumlah seluruhnya terdapat 50 data seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data sampel berdasarkan label *clast*

No	Sampel	Delta	Tetha	Alfa	Beta	Label
1.	Subjek 1 cemas	48.87	13.82	26.8	10.5	1
	Subjek 1 dzikir	44.49	18.75	22.69	14.07	0
2.	Subjek 2 cemas	47.28	14.03	34.16	4.53	1
	Subjek 2 dzikir	44.49	18.75	22.69	14.07	0
3.	Subjek 3 cemas	47.54	20.57	27.4	4.49	1
	Subjek 3 dzikir	43.77	20.05	30.96	5.23	0
4.	Subjek 4 cemas	50.24	23.25	13.62	12.88	1
	Subjek 4 dzikir	40.56	16.73	32.22	10.49	0

5.	Subjek 5 cemas	26.6	12.81	57.43	3.16	1
	Subjek 5 dzikir	25.5	13.53	56.99	3.98	0
6.	Subjek 6 cemas	70.64	16.88	8.07	4.42	1
	Subjek 6 dzikir	47.39	22.43	13.96	16.23	0
7.	Subjek 7 cemas	78.11	11.93	7.93	2.02	1
	Subjek 7 dzikir	75.25	10.9	10.19	3.66	0
8.	Subjek 8 cemas	47.11	10.12	39.56	3.33	1
	Subjek 8 dzikir	46.18	14.24	35.66	3.92	0
9.	Subjek 9 cemas	31.19	16.96	39.51	12.33	1
	Subjek 9 dzikir	26.89	17.8	49.76	5.55	0
10.	Subjek 10 cemas	57.29	21.52	16.16	5.03	1
	Subjek 10 dzikir	56.48	19.46	18.53	5.54	0
11.	Subjek 11 cemas	50.4	14.01	25.76	9.83	1
	Subjek 11 dzikir	54.35	17.27	18.32	10.06	0
12.	Subjek 12 cemas	69.04	19.86	7.42	3.69	1
	Subjek 12 dzikir	64.64	13.31	17.69	4.37	0
13.	Subjek 13 cemas	47.12	14.34	30.85	7.68	1
	Subjek 13 dzikir	33.48	20.43	28.72	17.38	0
14.	Subjek 14 cemas	45.88	22	22.75	9.37	1
	Subjek 14 dzikir	40.51	30.32	17.12	12.05	0
15.	Subjek 15 cemas	49.41	14.22	27.88	8.48	1
	Subjek 15 dzikir	49.17	14.46	26.5	9.86	0
16.	Subjek 16 cemas	51.91	18.6	14.32	15.16	1
	Subjek 16 dzikir	51.13	18.5	16.89	13.48	0
17.	Subjek 17 cemas	49.95	14.39	32.67	6.99	1
	Subjek 17 dzikir	40.58	16.85	32.17	10.4	0
18.	Subjek 18 cemas	34.28	14.07	48.01	3.64	1
	Subjek 18 dzikir	34.54	23.37	38.87	3.22	0
19.	Subjek 19 cemas	50.82	14.56	28.93	5.69	1
	Subjek 19 dzikir	38.95	12.95	40.95	7.13	0

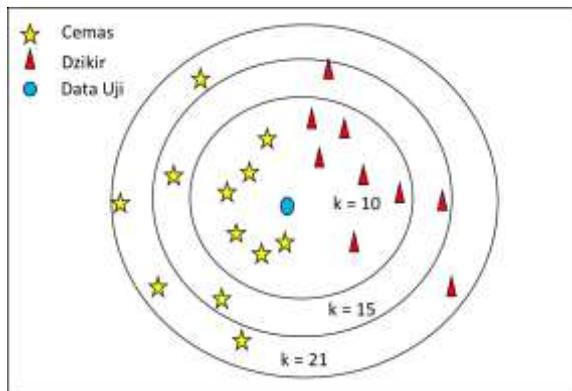
20.	Subjek 20 cemas	29.82	23.09	29.77	17.33	1
	Subjek 20 dzikir	36.45	23.7	24.3	15.54	0
21.	Subjek 21 cemas	45.62	23.14	24.79	6.45	1
	Subjek 21 dzikir	40.95	23.52	27.73	7.8	0
22.	Subjek 22 cemas	38.66	21.49	25.16	14.69	1
	Subjek 22 dzikir	33.15	17.27	32.85	16.73	0
23.	Subjek 23 cemas	49.15	20.89	24.56	5.41	1
	Subjek 23 dzikir	42.57	21.09	31.4	4.95	0
24.	Subjek 24 cemas	26.93	16.02	53.46	3.59	1
	Subjek 24 dzikir	28.26	14.93	52.83	3.98	0
25.	Subjek 25 cemas	45.1	12.84	37.58	4.48	1
	Subjek 25 dzikir	58.3	12.95	25.66	3.09	0

#### 4. Klasifikasi Data

Setelah pelabelan data, dilanjutkan dengan proses klasifikasi menggunakan metode KNN. Langkah pertama adalah mengimpor paket pustaka *numpy*, *matplotlib*, *pandas*, dan *seaborn*. Dilanjutkan dengan pemanggilan dataset ke dalam dataframe dengan format csv. Data hasil ekstraksi berupa persentase frekuensi setiap gelombang pada masing-masing rangsangan dibagi menjadi dua, yaitu data *training* 80% dan data *testing* 20%. Karena total seluruh data 50, maka diperoleh data training 40 dan testing 10 data. Setelah pembagian kedua data, maka mesin

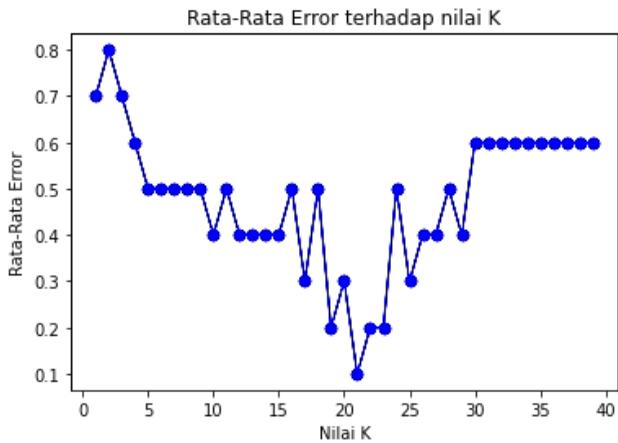
learning secara otomatis akan melakukan pengujian.

Proses klasifikasi KNN menggunakan algoritma *supervised* yaitu dengan mengelompokkan data baru berdasarkan data yang sudah ada. Pengelompokkan ini dilakukan berdasarkan data *training* yang dilihat dari tetangga terdekatnya (*nearest neighbor*) yaitu dengan melihat kemiripan ciri frekuensi gelombang otak antara kondisi cemas dan dzikir istighfar. Nilai  $k$  merupakan jumlah tetangga terdekat.



Gambar 4.4 Pengelompokkan berdasarkan nilai  $k$   
Penentuan jarak tetangga terdekat berdasarkan pada dalil *pythagoras*. Seperti pada

gambar 4.4 untuk nilai  $k=10$  memiliki perbandingan data yang sama yaitu 6:6. Untuk nilai  $k=15$  memiliki perbandingan 8:8. Sementara untuk nilai  $k=21$  memiliki perbandingan data 12:9. Jadi, untuk nilai  $k=8$  dan 10 memiliki nilai error yang tinggi, sementara untuk nilai  $k=21$  diperoleh nilai error terendah. Untuk memudahkan dalam penentuan nilai  $k$  (banyaknya jumlah tetangga terdekat) ini, maka ditampilkan sebuah grafik seperti Gambar 4.5. Nilai  $k$  dengan error terendah berada di jumlah tetangga 21. Oleh karena itu, pada proses klasifikasi ini, nilai  $k$  yang digunakan adalah 21.



Gambar 4.5 Grafik nilai k error

Output dari proses klasifikasi berupa *confused matrix* yang digunakan dalam melakukan indeks perhitungan akurasi, presisi, dan *recall* pada hasil klasifikasi. Dari proses klasifikasi dihasilkan nilai akurasi 90%, presisi 80%, dan *recall* sebesar 100% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.

[[4 0] [1 5]]	precision	recall	f1-score	support
0	0.80	1.00	0.89	4
1	1.00	0.83	0.91	6
accuracy			0.90	10
macro avg	0.90	0.92	0.90	10
weighted avg	0.92	0.90	0.90	10

Gambar 4.6 Persentase akurasi, presisi, dan *recall* hasil klasifikasi KNN

### C. Pembahasan

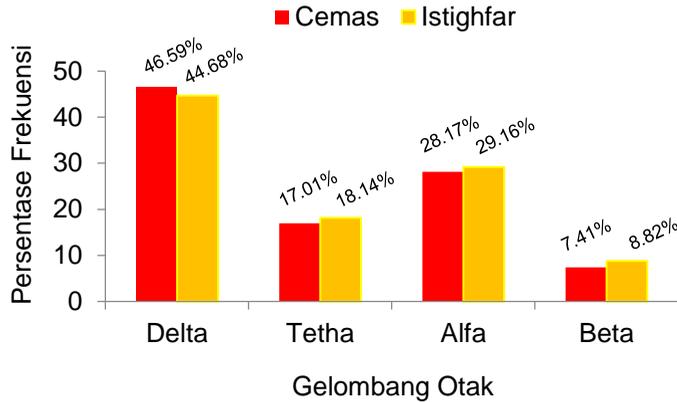
Klasifikasi gelombang otak tetha, delta, alfa, dan beta pada remaja saat kondisi cemas dan dzikir istighfar dilakukan berdasarkan jumlah tetangga terdekat (*k*) antara data training dan testing. Pemilihan data training sebanyak 80% dan testing 20% dari total data, yaitu masing-masing 40 dan 10 data yang dipilih secara random. Kedekatan jarak

tetangga diproses berdasarkan kesesuaian frekuensi gelombang otak yang dihasilkan pada saat kondisi cemas dan dzikir istighfar .

Frekuensi gelombang otak merupakan hasil dari proses ekstraksi data menggunakan algoritma PSD dengan mentransformasikan sinyal EEG dari bentuk *time-based* ke *frekuensi-based*. Hasil ekstraksi berbentuk persentase pada masing-masing jenis gelombang otak. Dari perhitungan tersebut, diperoleh fluktuasi antara kondisi cemas dengan dzikir istighfar. Kemudian, dari kenaikan dan penurunan pada masing-masing sampel, diperoleh rata-rata dari seluruh sampel menggunakan rumus *excel*.

Fluktuasi dari masing-masing jenis gelombang, di plot dalam bentuk grafik batang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7. Gelombang delta mengalami penurunan sebesar 1.9%, gelombang teta naik sebesar 1.13%, gelombang alfa mengalami kenaikan sebanyak 0.98%, dan gelombang beta mengalami kenaikan sebanyak 1.42%. Hal ini, sesuai dengan pernyataan dari penelitian Syam (Syam, 2019) bahwa dengan mendengarkan murottal dapat

meningkatkan ketenangan ditunjukkan dengan peningkatan gelombang alfa.



Gambar 4.7. Grafik fluktuasi persentase aktivitas gelombang otak

Pada grafik diatas, gelombang delta mengalami penurunan antara kondisi cemas dengan dzikir istighfar. Hal ini sesuai dengan hasil studi EEG yang dilakukan oleh (Handayani, Yanuarif and Akbar, 2017). Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari *game* kekerasan terhadap aktivitas otak anak. Hasil penelitian melaporkan bahwa terjadi kenaikan yang relatif tinggi pada aktivitas gelombang delta dan tetha. Hal ini terjadi, karena bermain *game* dapat memberikan pengaruh

beban mental yang signifikan terhadap aktivitas otak. Sehingga, semakin otak terbebani, maka aktivitas otak akan semakin meningkat dan begitu juga sebaliknya. Namun, hal tersebut bertolak belakang dengan aktivitas gelombang tetha pada hasil penelitian ini. Karena dari kondisi cemas menjadi tenang dengan pemberian rangsangan berupa dzikir istighfar justru aktivitas gelombang tetha meningkat.

Persentase gelombang alfa terlihat lebih tinggi ketika kondisi dzikir istighfar. Hal ini, sesuai dengan pernyataan dari penelitian Syam (Syam, 2019) bahwa dengan mendengarkan murottal dapat meningkatkan ketenangan ditunjukkan dengan peningkatan gelombang alfa. Hal ini membuktikan bahwa dzikir istighfar mampu memberikan ketenangan pada kecemasan remaja. Disisi lain, kasus kenaikan gelombang beta antara kondisi cemas dengan dzikir istighfar bertolak belakang dengan penelitian Kinan (Kinan, 2015) yang menyatakan bahwa semakin seseorang dalam keadaan terjaga, maka gelombang otak yang dihasilkan akan semakin tinggi, yang artinya gelombang beta akan semakin naik. Justru, pada penelitian ini, dengan pemberian dzikir istighfar

gelombang beta menjadi naik. Hal ini disebabkan adanya berpikir atau emosional terkait dengan agama atau ketuhanan. Seperti yang terjadi pada penelitian Julianto & Etsem (Julianto and Etsem, 2015) saat diperdengarkan murottal justru terjadi peningkatan pada gelombang beta di daerah prefrontal yang disebabkan karena adanya emosional agama atau Tuhan.

Fluktuasi persentase gelombang otak merupakan hasil dari ekstraksi gelombang dari domain waktu menjadi domain frekuensi menggunakan algoritma PSD. Keberhasilan ekstraksi sinyal EEG ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Husain & Aji (Husain and Aji, 2019), menggunakan algoritma PSD berbasis metode *Welch*. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi pola gelombang otak pada penderita epilepsi melalui proses klasifikasi MLP antara kondisi normal dengan epilepsi. Data diambil dari Universitas Bonn sebanyak 100 data dan dihasilkan nilai akurasi hingga 99,68%. Studi kasus serupa juga dilakukan oleh Aji & Tjandrasa (Aji and Tjandrasa, 2017) untuk mengklasifikasikan sinyal EEG kondisi normal dengan

penderita epilepsi. Algoritma PSD digunakan dalam mengekstraksi fitur, sementara untuk proses klasifikasi menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Ekstraksi ini dilakukan pada 500 data berupa *database* yang tersedia di Universitas Bonn dan menghasilkan nilai akurasi hingga 93.2%. Namun nilai akurasi yang dihasilkan dari kedua penelitian tersebut lebih tinggi dari akurasi penelitian ini, karena hasil ekstraksi fitur kemudian direduksi untuk mengurangi dimensi dan memperoleh variabel baru.

Pada tahap klasifikasi dihasilkan nilai akurasi, presisi, dan *recall* antara kondisi cemas dan dzikir istighfar mencapai 90%, 100%, dan 80%. Berdasarkan persamaan *confusion matrix*, dengan jumlah True Positive (TP) yaitu data istighfar yang terhitung istighfar sebanyak 4 data, False Positive (FP) yaitu data cemas yang terhitung istighfar sebanyak 0 data, True Negative (TN) yaitu data cemas yang terhitung cemas sebanyak 5, dan False Negative (FN) yaitu data istighfar yang terhitung cemas sebanyak 1 data.

Klasifikasi menggunakan metode KNN dikatakan berhasil karena nilai akurasi yang

dihasilkan lebih tinggi dari hasil akurasi penelitian Rauf, Yosrita & Aziza (Rauf, Yosrita and Aziza, 2021) yaitu untuk pengenalan kata yang dibayangkan pada penderita *Locked in syndrome* (LIS). Pada kondisi tersebut, seseorang mengalami kelumpuhan total yaitu tidak dapat menggerakkan anggota badan kecuali hanya untuk menggerakkan mata atau berkedip, namun tetap dalam kondisi sadar. Perekaman dilakukan terhadap 11 mahasiswa Institusi Teknologi PLN dengan total data sebanyak 35.200. Data diekstraksi menggunakan algoritma *fast fourier transform* dan dihasilkan ekstraksi pada setiap jenis gelombang, yaitu delta, tetha, alfa, beta, dan gamma. Klasifikasi ini menghasilkan nilai akurasi 82%. Persentase akurasi yang dihasilkan lebih rendah dari penelitian ini, dikarenakan nilai k (jumlah tetangga terdekat) ditentukan secara random. Hal ini tentu dapat mengurangi nilai akurasi saat proses klasifikasi data.

Selain itu, hasil akurasi terhadap klasifikasi antara kondisi cemas dengan dzikir istighfar juga mendekati persentase akurasi dari penelitian yang dilakukan oleh Sofiani & Juniati (Sofiani and Juniati,

2022) untuk mengklasifikasikan jenis emosi melalui gelombang otak manusia. Penelitian ini dilakukan dengan empat jenis emosi yang berbeda, yaitu netral, senang, cemas, dan sedih. Keempat jenis emosi ini ditinjau dari tiga jenis gelombang otak yaitu alfa, beta, dan gamma. Total penelitian menggunakan 60 data untuk proses klasifikasi hingga dihasilkan nilai akurasi 91,67%. Nilai akurasi tersebut lebih tinggi dari akurasi penelitian ini, dikarenakan klasifikasi KNN didasarkan pada perhitungan nilai dimensi fraktal Higuchi. Dimensi fraktal Higuchi adalah kemiringan dari suatu garis yang sesuai dengan perhitungan  $\{\ln(L(t)), \ln(1/t)\}$  dan diestimasi menggunakan kuadrat linier yang paling sesuai (Ariani and Juniati, 2022). Namun, karena hasil akurasi pada penelitian ini sudah mencapai 90%, sehingga metode K-NN sangat disarankan dalam melakukan klasifikasi terhadap sekelompok data.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis hasil klasifikasi gelombang otak pada remaja saat kondisi cemas dan dzikir istighfar yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Klasifikasi gelombang otak remaja saat kondisi cemas dan dzikir istighfar dilakukan dengan metode KNN berdasarkan jarak kedekatan frekuensi gelombang antara data *training* dan data *testing*. Presentase rata-rata setiap jenis gelombang yang dihasilkan saat kondisi cemas adalah delta 46,59%, tetha 17,01%, alfa 29,16%, dan beta 7,41%. Sementara saat kondisi dzikir istighfar, delta 44,68%, tetha 18,14%, alfa 28,17%, dan 8,82%. Saat kondisi cemas maupun dzikir istighfar didominan oleh gelombang delta.
2. Hasil klasifikasi pada 50 data gelombang otak menggunakan metode klasifikasi KNN menghasilkan nilai akurasi hingga 90%, presisi 100%, dan *recall* 80%.

## **B. Saran**

Berikut adalah beberapa saran untuk penelitian pengembangan selanjutnya, sehingga diharapkan dapat melengkapi penelitian ini, yaitu:

1. Hasil gelombang yang diperoleh saat pengambilan data sangat dipengaruhi oleh kondisi sampel. Oleh karena itu, pastikan bahwa sampel benar-benar melakukan rangsangan yang peneliti berikan dan sampel dalam keadaan normal (rileks).
2. Perlu untuk menambahkan jumlah sampel dan membandingkan antara usia remaja dengan dewasa atau bahkan orang tua.
3. Rangsangan yang diberikan kepada sampel sebaiknya lebih spesifik dan bersifat seragam, agar rangsangan yang mempengaruhi aktivitas otak lebih tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. A. And Omar, Z. (2011) 'The Effect Of Temporal EEG Signals While Listening To Quran Recitation', *International Journal On Advanced Science, Engineering And Information Technology*, 1(4), P. 372. Doi: 10.18517/Ijaseit.1.4.77.
- Aji, N. B. And Tjandrasa, H. (2017) 'Klasifikasi Eeg Epilepsi Menggunakan Singular Spectrum Analysis, Power Spectral Density Dan Convolution Neural Network', *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 15(2), P. 185. Doi: 10.12962/J24068535.V15i2.A662.
- Akbar, Y. (2014) 'Pola Gelombang Otak Abnormal Pada Elektroencephalograph', *Thesis Magister Fisika, Institute Teknologi Bandung*, (May 2014), Pp. 1–6.
- Amazon (2022) *Apa Itu Python?*
- Amin, M. Al And Juniati, D. (2017) 'Klasifikasi Kelompok Umur Manusia', *Mathunesa*, 2(6), P. 34. Available At: <https://Media.Neliti.Com/Media/Publications/249455-None-23b6a822.Pdf>.
- Angelia And Simon, V. (2020) *Kecemasan*. Mirra Buana Media: Yogyakarta.
- Anggraieni, W. N. And Subandi (2014) 'Pengaruh Terapi Dzikir Untuk Menurunkan Stress Pada Penderita

- Hiptensi Esensial', *Jurnal Intervensi Psikologi*, 6(1), Pp. 81–102. Available At: [Www.Purtierplacenta.Com](http://www.Purtierplacenta.Com).
- Annisah (2018) *Perbandingan Aktivitas Gelombang Alfa Elektroensefalografi (EEG) Otak Sebelum Dan Setelah Perlakuan Saat Diperdengarkan Murottal Al-Quran Surah Al-Insyiqaq Pada Mahasiswa Kedokteran UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*.
- Anugrahwati, R. And Silitonga, J. (2021) 'Lingkungan Memengaruhi Kecemasan Mahasiswi Terhadap Dismenore Di Akper Hermina Manggala Husada', *Jurnal Ilmiah Keperawatan Altruistik*, Pp. 61–66. Doi: 10.48079/Vol4.Iss2.70.
- Anwar, A. (2019) 'Pengertian Dan Sejarah Bahasa Pemrograman Python', Pp. 1–7. Available At: <https://Docplayer.Info/129414306-Pengertian-Dan-Sejarah-Bahasa-Pemrograman-Python.Html>.
- Arabi, K. S. M. (2017) *Dahsyatnya Keajaiban Istighfar Bagi Orang-Orang Sibuk*. Edited By Nurrohman. Laksana: Yogyakarta.
- Ariani, D. V. And Juniati, D. (2022) 'Klasifikasi Penyakit Paru Berdasar Suara Pernapasan Menggunakan Dimensi Fraktal Higuchi Dan K-Nearest Neighbor', *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan*

*Matematika*, 5(1), Pp. 70–81. Doi:  
10.30605/Proximal.V5i1.1608.

Arline, N. S. *Et Al.* (2021) 'COARSE GRAINED LYAPUNOV EXPONENT SEBAGAI EKSTAKSI FITUR PADA KLASIFIKASI SINYAL ELEKTROENSEFALOGRAM IMAGINASI GERAK', *Jurnal Telkom University*, 01(01).

Astawa, I. P. A. (2014) 'Bahan Ajar Kimia Biofisik', Pp. 156–159.

Azahari, A. (2021) *Konseling Islam Dan Dzikir Istighfar Dalam Proses Taubat Kepada Seorang Bekas Pecandu Narkoba*.

Azis, H. (2018) *Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor*, *Indonesian Journal Of Data And Science*.

Borck, C. And Hentschel, A. M. (2018) *Brainwaves: A Cultural History Of Electroencephalography*. Routledge/Taylor & Francis Group.

Bronzino, J. D. (2015) *Biomedical Engineering, Syria Studies*. Available At:  
[https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_Is\\_Governance/Link/548173090cf22525dcb61443/download](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_Is_Governance/Link/548173090cf22525dcb61443/download)  
<http://www.econ.upf.edu/~Reynal/Civil>

Wars\_12December2010.Pdf%0Ahttps://Think-Asia.Org/Handle/11540/8282%0Ahttps://Www.Jstor.Org/Stable/41857625.

- Cahyadi, F. *Et Al.* (2019) 'Klasifikasi Sinyal Otak Motor Imagery Menggunakan Extreme Learning Machine Dan Discrete Fourier Transform', 3(3), Pp. 2215–2224.
- Chalik, R. (2016) *Anatomi Dan Fisiologi Manusia*. Pertama. Pusdik SDM Kesehatan.
- Cristiandi, M. O. (2018) *Pengaruh Penempatan Elektroda Pada Alat EEG Yang Asimetris Terhadap Aplitudo Gelombang Asimetris*. Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II.
- Dash, D. P., Kolekar, M. H. And Jha, K. (2021) 'Surface EEG Based Epileptic Seizure Detection Using Wavelet Based Features And Dynamic Mode Decomposition Power Along With KNN Classifier', *Multimedia Tools And Application*, 81(December 2022), Pp. 42057–42077. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11487-7>.
- Deu, A (2019) *Aktivitas Gelombang Alfa Otak Saat Diperdengarkan Surah Al-Fatihah Dengan Mengetahui Maknanya*, *Repository.Uinjkt.Ac.Id*. Available At:

[Http://Repository.Uinjkt.Ac.Id/Dspace/Handle/123456789/53694%0Ahttp://Repository.Uinjkt.Ac.Id/Dspace/Bitstream/123456789/53694/1/ALHAYANDI DEU - FK.Pdf.](http://Repository.Uinjkt.Ac.Id/Dspace/Handle/123456789/53694%0Ahttp://Repository.Uinjkt.Ac.Id/Dspace/Bitstream/123456789/53694/1/ALHAYANDI%20DEU%20-%20FK.Pdf)

Deu, Alhayandi (2019) *Aktivitas Gelombang Alfa Otak Saat Diperdengarkan Surah Al-Fatihah Dengan Mengetahui Maknanya*, *Repository.Uinjkt.Ac.Id*. Available At: [Http://Repository.Uinjkt.Ac.Id/Dspace/Handle/123456789/53694%0Ahttp://Repository.Uinjkt.Ac.Id/Dspace/Bitstream/123456789/53694/1/ALHAYANDI DEU - FK.Pdf.](http://Repository.Uinjkt.Ac.Id/Dspace/Handle/123456789/53694%0Ahttp://Repository.Uinjkt.Ac.Id/Dspace/Bitstream/123456789/53694/1/ALHAYANDI%20DEU%20-%20FK.Pdf)

Dewandari, B. A. (2020) *Cari Tahu Tentang Gangguan Kecemasan*. PT. Mediantara Semesta: Jakarta Pusat.

Diananda, A. (2019) 'Psikologi Remaja Dan Permasalahannya', *Journal ISTIGHNA*, 1(1), Pp. 116–133. Doi: 10.33853/Istighna.V1i1.20.

Diantika, A. S. And Firmanto, Y. (2019) 'Implementasi Machine Learning Pada Aplikasi Penjualan Produk Digital (Studi Pada Grabkios)', 53(9), Pp. 1689–1699.

Ekayama, R. *Et Al.* (2016) 'Identifikasi Kondisi Rileks Dari Sinyal Eeg Menggunakan Wavelet Dan Learning Vector Quantization', *PROC. ITB Sains & Tek*, 37, Pp. 69–92.

- Elektro, A. (2020) *Band Pass Filter (BPF)-Filter Aktif, Belajar Elektronika*.
- Fadilah, M. (2018) 'Ekplanasi Ilmiah Metode Hipnotis Terhadap Otak Manusia', *Jurnal Filsafat Indonesia*, 1(1), P. 8. Doi: 10.23887/Jfi.V1i1.13969.
- Fadjar, P. And Warnana, D. D. (2017) 'Alat Ukur Listrik', *Elektronika*, (C), Pp. 1–62.
- Farisi, O. I. R. *Et Al.* (2021) 'Pendampingan Belajar Rumus Pythagoras Menggunakan Kertas Warna Pada Siswa SMP Kelas 8 Nurul Jadid', *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 6(3), Pp. 707–715.
- Fikriya, Z. A., Irawan, M. I. And Soetrisno., S. (2017) 'Implementasi Extreme Learning Machine Untuk Pengenalan Objek Citra Digital', *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(1). Doi: 10.12962/J23373520.V6i1.21754.
- Filza, S. *Et Al.* (2021) *Makalah Otak Pendidikan Dan Nutrisi Neurosains Anak Usia Dini, Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Firstanto, M. A. Gerahwan And Widjiati, E. (2013) 'Kombinasi Metode Independent Componentanalysis ( ICA ) Dan Beamforming Untuk', 2(2).
- Gramford, A. (2022) *MNE-Python Project For MEG And EEG Data Analysis*.

- Gyat, S. N. A., Wijayanto, I. And Hariyani, Y. S. (2019) 'Analisis Sinyal Alfa Dan Beta Pada Pengaruh Brain Gym Terhadap Konsentrasi Sinyal Otak Menggunakan Eeg Dengan Metode Wavelet Analysis Of Alpha And Beta Signals In The Effect Of Brain Gym On Brain Signal Concentration Using Eeg With Wavelet Method', 6(1), Pp. 404-411.
- Hafifatul Auliya Rahmy, M. (2021) 'Depresi Dan Kecemasan Remaja Ditinjau Dari Perspektif Kesehatan Dan Islam', *Journal Of Demography, Etnography, And Social Transformation*, 1(1), Pp. 35-44.
- Handayani, N., Yanuarif, C. And Akbar, Y. (2017) 'Studi Awal: Pengaruh Game Kekerasan Terhadap Aktivitas Otak Anak Melalui Pemetaan Sinyal Otak (Brain Mapping) Menggunakan Wireless Eeg', *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 7(1), P. 1. Doi: 10.26740/Jpfa.V7n1.P1-12.
- Hasanah, U. *Et Al.* (2016) 'Perbandingan Metode SVM, FUZZY-KNN, Dan BDT-SVM Untuk Klasifikasi Detak Jantung Hasil Elektrokardiografi', *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(3), P. 201. Doi: 10.25126/Jtiik.201633196.
- Hidayat, R. *Et Al.* (2021) 'Penerapan Metode Pembelajaran

- Menggunakan Ekstraksi Fitur Dan Algoritma Klasifikasi Untuk Identifikasi Pengenalan Iris', 7(2), Pp. 151–157. Doi: 10.31294/Jtk.V4i2.
- Hindarto And Muntasa, A. (2018) 'Ekstraksi Sinyal EEG Menggunakan Koe Fi Sien Dari Subband Transformasi Wavelet Diskrit ( Extraction Of EEG Signals Using Subband Coefficients Of The Discrete Wavelet Transforms )', *Jurnal Saintek*, 15, Pp. 61–65.
- Husain, N. P. And Aji, N. B. (2019) 'Klasifikasi Sinyal EEG Dengan Power Spectra Density Berbasis Metode Welch Dan MLP Backpropagation', *Jurnal ELTIKOM*, 3(1), Pp. 17–25. Doi: 10.31961/Eltikom.V3i1.99.
- Ibrahim, A. *Et Al.* (2018) *Metode Penelitian, Gunadarma Ilmu*.
- Jamaaluddin And Indah, S. (2021) 'Buku Ajar Kecerdasan Buatan', P. 121.
- Julianto, V. And Etsem, M. B. (2015) 'The Effect Of Reciting Holy Qur'an Toward Short-Term Memory Ability Analysed Trought The Changing Brain Wave', *Jurnal Psikologi*, 38(1), Pp. 17 – 29. Available At: <https://journal.ugm.ac.id/jpsi/article/view/7661>.
- Kamil, F. M. *Et Al.* (2021) 'Optimasi Spatial Selection Untuk Seleksi Kanal Eeg Dengan Particle Swarm Optimization Spatial Selection Optimization For Eeg

- Channel Selection Using Particle Swarm Optimization', 8(6), Pp. 11640–11648.
- Karakas, A. C. And Gecimli, G. (2017) 'The Effect Of Istighfar On State And Trait Anxiety', *International Journal Of Psychology And Educational Studies*, 4(3), Pp. 73–79. Doi: 10.17220/Ijpes.2017.03.008.
- Kemalasari, Wijayanto, A. And R, P. J. (2011) 'Deteksi Kelainan Parenkim Paru Berdasarkan Power Spectra Density Suara Paru Dengan Metode Welch', *Biomedical Engineering Gambar*, 2011(Ies), Pp. 428–433.
- Khakim, Z. And Kusrohmaniah, S. (2021) 'Dasar - Dasar Electroencephalography (EEG) Bagi Riset Psikologi', *Buletin Psikologi*, 29(1), P. 92. Doi: 10.22146/Buletinpsikologi.52328.
- Kinan, F. (2015) *DETEKSI KELELAHAN MENTAL BERBASIS GELOMBANG OTAK MENGGUNAKAN TRANSFORMASI FOURIER DAN SUPPORT VECTOR MACHINE*.
- Kumar, S. S. S. (2017) *Biomedical Instrumentation*.  
DRASEKHARENDRA SARASWATHI VISWA SRI  
CHANDRASEKHARENDRA SARASWATHI VISWA  
MAHAVIDYALAYA.
- Kurniati, Z. (2018) *Dzikir Sebagai Terapi Penyembuhan Gangguan Jiwa Dalam Perspektif Imam Al-Ghazali*.

- Laszlo, S. *Et Al.* (2014) 'A Direct Comparison Of Active And Passive Amplification Electrodes In The Same Amplifier System', *Journal Of Neuroscience Methods*, 235, Pp. 298–307. Available At: <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2014.05.012>.
- Lopez-Gordo, M. A., Sanchez Morillo, D. And Pelayo Valle, F. (2014) 'Dry EEG Electrodes', *Sensors (Switzerland)*, 14(7), Pp. 12847–12870. Doi: 10.3390/S140712847.
- Mailik, A. S. And Amin, H. U. (2017) *Designing Eeg Experiments For*.
- Mathenewson, K. E., Harrison, T. J. L. And Kizuk, S. A. D. (2016) 'High And Dry? Comparing Active Dry EEG Electrodes To Active And Passive Wet Electrodes', *Psychophysiology*, 54(1), Pp. 74–82. Available At: <https://doi.org/10.1111/psyp.12536>.
- Meilina, P. (2015) 'Penerapan Data Mining Dengan Metode Klasifikasi Menggunakan Decision Tree Dan Regresi', *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 7(1), Pp. 11–20. Available At: [jurnal.ftumj.ac.id/index.php/jurtek](http://jurnal.ftumj.ac.id/index.php/jurtek).
- Muhammad Romzi And Kurniawan, B. (2020) 'Pembelajaran Pemrograman Python Dengan Pendekatan Logika Algoritma', *JTIM: Jurnal Teknik Informatika*

*Mahakarya*, 03(2), Pp. 37–44.

- Mulwandari, M. (2019) 'PENURUNAN KADAR NITRAT PADA AIR KOLAM TAMBAK UDANG DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN ELEKTRODA ALUMINIUM (Al)', *Skripsi*, (2004), Pp. 1–25.
- Musa, S. B. And Tjandrasa, H. (2017) 'Analisis Fitur Sinyal Emosi EEG Berdasarkan Hybrid Decompotion', *Energy - Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 7(1), Pp. 7–12. Available At: <https://Ejournal.Upm.Ac.Id/Index.Php/Energy/Article/View/416>.
- Nainar, A. A. A., Nuraeni, E. And Setyawati, D. (2019) 'Tingkat Kecemasan Dan Faktor Genetik Dengan Kejadian Hipertensi Pada Lanjut Usia Di Posbindu Puskesmas Cipondoh Kota Tangerang', *Jurnal Ilmiah Keperawatan Indonesia (JIKI)*, 3(1), Pp. 119–131.
- Nainu, F. (2022) *Sistem Saraf, Fly Indonesia*. Available At: <https://Flyindonesia.Wordpress.Com/Materi-Edukasi/Sistem-Saraf/> (Accessed: 9 September 2022).
- Negara, P. P. P. D. (2018) 'Pengenalan Gelombang Otak Manusia Terhadap Rangsangan Impuls Suhu Air Dengan Brain Computer Interface (Bci)', *Tugas Akhir Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*, Pp. 1–66.

- Nugrahati, D., Uyun, Q. And P Nugraha, S. (2018) 'Pengaruh Terapi Taubat Dan Istighfar Dalam Menurunkan Kecemasan Mahasiswa', *Jurnal Intervensi Psikologi (JIP)*, 10(1), Pp. 33-41. Doi: 10.20885/Intervensipsikologi.Vol10.Iss1.Art3.
- Nugroho, D. S. And Fahrudi, I. (2015) 'Rancang Bangun Sistem Pemantauan Aktivitas Gelombang Otak Secara Real Time Menggunakan Bio Sensor'.
- Nurentiana, M. (2021) 'Terapi Dzikir Dalam Peningkatan Ketenangan Jiwa Pada Jama'ah Thariqah Qadiriyyah Wa Naqsabandiyah (Studi Di Pondok Pesantren Roudlotus Solihin 7 Sukoharjo 58 Sekampung Lampung Timur)', Pp. 1-38.
- Prastowo, A. (2016) 'Implikasi Kinerja Otak Terhadap Pembelajaran Psikomotorik Di Sd/Mi', *Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 8(2), Pp. 195-212. Available At: [Http://Www.Benarnews.Org/](http://www.Benarnews.Org/).
- Pratiwi, S. R., Widianti, E. And Solehati, T. (2017) 'Gambaran Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kecemasan Pasien Kanker Payudara Dalam Menjalani Kemoterapi', *Jurnal Pendidikan Keperawatan Indonesia*, 3(2), P. 167. Doi: 10.17509/Jpki.V3i2.9422.
- Priyanka, A., Gawali, B. And Mehrotra, S. (2016) *Introduction*

- To EEG And Speech-Based Emotion Recognition*. 1st Edn. Elsevier Science.
- Putri, S. R. *Et Al.* (2022) 'Visualisasi Kerusakan Bearing Menggunakan Metode Independent Component Analysis (ICA) Silvy', *Bandung Conference Series: Statistics*, Pp. 299–307.
- Qomariyah, M. And Mulyono, A. (2014) 'PENGARUH PAPARAN GELOMBANG INFRASONIK (8-12 Hz) TERHADAP KECERDASAN DAN VISKOSITAS DARAH (HEMATOKRIT) MENCIT', *Jurnal Neutrino*, 7(1), P. 1. Doi: 10.18860/Neu.V7i1.2634.
- R.S. Khandpur (2003) *Biomedical Instrumentation*. 2nd Edn. Mcgraw-Hill.
- Rahmawati, H. K. And Nafi', A. (2022) 'Layanan Bimbingan Konseling Islam Dalam Mengurangi Kecemasan Bagi Korban Penyalahgunaan Napza', *Vol. 3 No. 2, Juli 2022*, 3(2), Pp. 389–398.
- Rahmawati (2018) *Perbandingan Aktivitas Gelombang Alpha Elektroensefalografi (EEG) Otak Saat Diperdengarkan Murottal Al-Qur'an Surah Al-Waqi'ah Ayat 1-40 Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

- Ramadhan, Y. A., Kusumadewi, A. And Saputri, H. (2019) 'Pelatihan Relakasi Dzikir Untuk Menurunkan Stres Santri Rumah Tahfidz " Z "', *Motiva : Jurnal Psikologi*, 2(1), Pp. 8–16.
- Rasyid, M. S. G. (2019) *PROTOTYPE SEL VOLTA SEBAGAI PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN LIMBAH KULIT PISANG TUGAS*. Doi: .1037//0033-2909.I26.1.78.
- Rauf, A., Yosrita, E. And Aziza, R. N. (2021) 'Klasifikasi Sinyal EEG Menggunakan Model K-Nearest Neighbor Untuk Pengenalan Kata Yang Dibayangkan', *Petir*, 15(1), Pp. 10–20. Doi: 10.33322/Petir.V15i1.1335.
- Rayana, A. And Andriani, W. (2019) 'Infotekjar : Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan Filtering Sinyal Suara Gitar Menggunakan Band Pass Filter', 1, Pp. 1–4.
- Saleh, U. (2019) 'Anxiety Disorder (Memahami Gangguan Kecemasan: Jenis-Jenis, Gejala, Perspektif Teoritis Dan Penanganan)', *Kesehatan*, Pp. 1–58.
- Saminan, N. F. (2020) 'Frekuensi Gelombang Otak Dalam Menangkap Ilmu Imajinasi Dan Realita ( Berdasarkan Ontologi )', *Jurnal Filsafat Indonesia*, 3(2), Pp. 40–47. Available At: <https://Ejournal.Undiksha.Ac.Id/Index.Php/JFI/Articl>

e/Download/22299/15477.

- Sarwandi, S. S. And Linangkung, E. (2014) *Buku Pintar Anatomi Tubuh Manusia*. Edited By Rakha. Dunia Cerdas.
- Setiawan Wahyuningsih, A., Saputro, H. And Kurniawan, P. (2021) 'Analisis Faktor Kecemasan Terhadap Tingkat Kecemasan Pasien Pre Operasi Hernia', *Jurnal Keperawatan Jiwa*, 9(3), Pp. 613–620.
- Setyohadi, D. B. And Kristiawan, F. A. (2017) 'Perbaikan Performansi Klasifikasi Dengan Preprocessing Iterative Partitioning Filter Algorithm 1', 14(01), Pp. 12–20.
- Shedriko (2021) 'Perbandingan Algoritma SVM Dan KNN Dalam Mengklasifikasi Kelulusan Mahasiswa Pada Suatu Mata Kuliah', *STRING (Satuan Tulisan Riset Daan Inovasi Teknologi)*, 6(2), Pp. 115–122.
- Shukla, S. And Chaurasiya, R. K. (2019) 'Emotion Analysis Through EEG And Peripheral Physiological Signals Using KNN Classifier', *International Conference On ISMAC In Computational Vision And Bio-Engineering*, 30, Pp. 97–106. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00665-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00665-5_11).
- Sirait, R. (2020) *Fisika Gelombang*. Available At:

[Http://Repository.Uinsu.Ac.Id/9720/1/Diktat Fisika Gelombang Ratni Sirait.Pdf](http://Repository.Uinsu.Ac.Id/9720/1/Diktat_Fisika_Gelombang_Ratni_Sirait.Pdf).

- Soeiro, D. (2013) 'On Artificial And Animal Electricity: Alessandro Volta Vs. Luigi Galvani', *Journal Of Philosophy Of Life*, 3(3), Pp. 212–237.
- Sofiani, R. N. And Juniati, D. (2022) 'Klasifikasi Jenis Emosi Berdasarkan Gelombang Otak Menggunakan Dimensi Higuchi Dengan K-Nearest Neighbor', *Mathunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 10(1), Pp. 150–160. Doi: 10.26740/Mathunesa.V10n1.P150-160.
- Sunardi, S. And Sujito, S. (2019) 'Eksplanasi Pengobatan Alternatif Supranatural Berdasarkan Tinjauan Teori Gelombang Otak Dan Hipnosis', *Jurnal Filsafat Indonesia*, 2(1), P. 1. Doi: 10.23887/Jfi.V2i1.17545.
- Supradewi, R. (2016) 'Otak , Musik, Dan Proses Belajar', *Buletin Psikologi*, 18(2), Pp. 58–68. Doi: 10.22146/Bpsi.11538.
- Syam, N. F. (2019) *Perbandingan Aktivitas Gelombang Alfa Elektroencephaografi (EEG) Otak Sebelum Dan Sesudah Perlakuan Saat Diperdengarkan Murotta Al-Qur'an Surah Al-Waqiah Ayat 1-40 Pada Mahasiswa FK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.*

Uyun, Q. (2016) 'Pengembangan Terapi Taubat Dan Istighfar Sebagai Intervensi Terhadap Kesehatan Jiwa', *Tidak Dipublikasikan: Yogyakarta.*

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Instrumen EEG

##### Komputer EEG



##### Elektroda



##### HeadBox



##### Topi EEG



##### Pita Pengukur Kepala



## Lampiran 2

### Proses Pemasangan Elektroda



### Lampiran 3

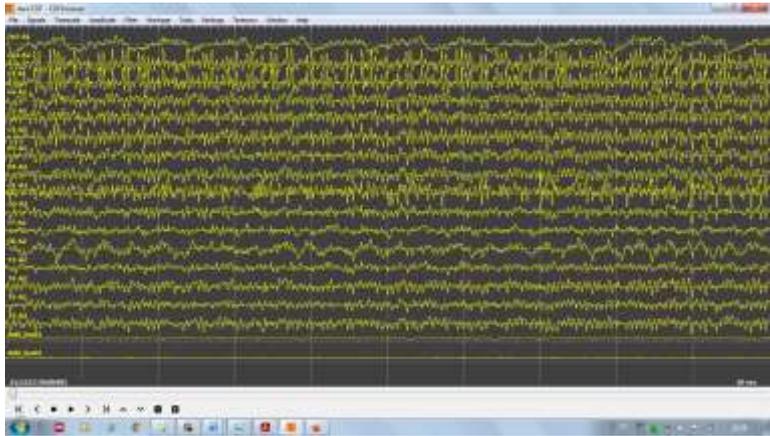
#### Proses pengambilan Data



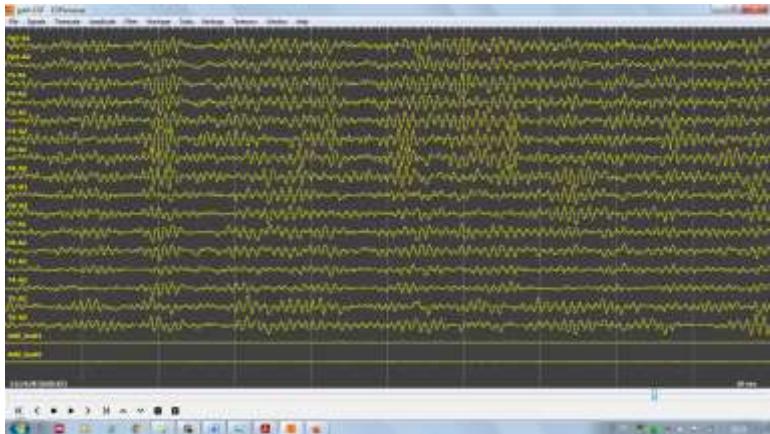
## Lampiran 4

Hasil perekaman gelombang otak dalam format edf

1. Data EEG saat kondisi cemas



2. Data EEG saat kondisi dzikir istighfar



## Lampiran 5

### Hasil Ekstraksi Ciri Frekuensi dan Pelabelan Manual

No	Sampel	Delta	Tetha	Alfa	Beta	Label_clast
1.	Subjek 1 cemas	48.87	13.82	26.8	10.5	1
	Subjek 1 dzikir	44.49	18.75	22.69	14.07	0
2.	Subjek 2 cemas	47.28	14.03	34.16	4.53	1
	Subjek 2 dzikir	44.49	18.75	22.69	14.07	0
3.	Subjek 3 cemas	47.54	20.57	27.4	4.49	1
	Subjek 3 dzikir	43.77	20.05	30.96	5.23	0
4.	Subjek 4 cemas	50.24	23.25	13.62	12.88	1
	Subjek 4 dzikir	40.56	16.73	32.22	10.49	0
5.	Subjek 5 cemas	26.6	12.81	57.43	3.16	1
	Subjek 5 dzikir	25.5	13.53	56.99	3.98	0
6.	Subjek 6 cemas	70.64	16.88	8.07	4.42	1
	Subjek 6 dzikir	47.39	22.43	13.96	16.23	0
7.	Subjek 7 cemas	78.11	11.93	7.93	2.02	1
	Subjek 7 dzikir	75.25	10.9	10.19	3.66	0
8.	Subjek 8 cemas	47.11	10.12	39.56	3.33	1
	Subjek 8 dzikir	46.18	14.24	35.66	3.92	0
9.	Subjek 9 cemas	31.19	16.96	39.51	12.33	1
	Subjek 9 dzikir	26.89	17.8	49.76	5.55	0
10.	Subjek 10 cemas	57.29	21.52	16.16	5.03	1
	Subjek 10 dzikir	56.48	19.46	18.53	5.54	0
11.	Subjek 11 cemas	50.4	14.01	25.76	9.83	1
	Subjek 11 dzikir	54.35	17.27	18.32	10.06	0
12.	Subjek 12 cemas	69.04	19.86	7.42	3.69	1
	Subjek 12 dzikir	64.64	13.31	17.69	4.37	0
13.	Subjek 13 cemas	47.12	14.34	30.85	7.68	1
	Subjek 13 dzikir	33.48	20.43	28.72	17.38	0
14.	Subjek 14 cemas	45.88	22	22.75	9.37	1
	Subjek 14 dzikir	40.51	30.32	17.12	12.05	0
15.	Subjek 15 cemas	49.41	14.22	27.88	8.48	1
	Subjek 15 dzikir	49.17	14.46	26.5	9.86	0
16.	Subjek 16 cemas	51.91	18.6	14.32	15.16	1
	Subjek 16 dzikir	51.13	18.5	16.89	13.48	0
17.	Subjek 17 cemas	49.95	14.39	32.67	6.99	1
	Subjek 17 dzikir	40.58	16.85	32.17	10.4	0

18.	Subjek 18 cemas	34.28	14.07	48.01	3.64	1
	Subjek 18 dzikir	34.54	23.37	38.87	3.22	0
19.	Subjek 19 cemas	50.82	14.56	28.93	5.69	1
	Subjek 19 dzikir	38.95	12.95	40.95	7.13	0
20.	Subjek 20 cemas	29.82	23.09	29.77	17.33	1
	Subjek 20 dzikir	36.45	23.7	24.3	15.54	0
21.	Subjek 21 cemas	45.62	23.14	24.79	6.45	1
	Subjek 21 dzikir	40.95	23.52	27.73	7.8	0
22.	Subjek 22 cemas	38.66	21.49	25.16	14.69	1
	Subjek 22 dzikir	33.15	17.27	32.85	16.73	0
23.	Subjek 23 cemas	49.15	20.89	24.56	5.41	1
	Subjek 23 dzikir	42.57	21.09	31.4	4.95	0
24.	Subjek 24 cemas	26.93	16.02	53.46	3.59	1
	Subjek 24 dzikir	28.26	14.93	52.83	3.98	0
25.	Subjek 25 cemas	45.1	12.84	37.58	4.48	1
	Subjek 25 dzikir	58.3	12.95	25.66	3.09	0

## Lampiran 6

Perhitungan confusion matriks

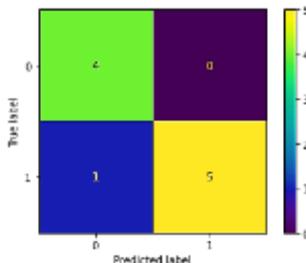
$$\text{Akurasi} = \frac{4+5}{4+5+0+1} = \frac{9}{10} = 0.9 \times 100\% = 90\%$$

$$\text{Presisi} = \frac{4}{0+4} = \frac{4}{4} = 1 \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Recall} = \frac{4}{1+4} = \frac{4}{5} = 0.8 \times 100\% = 80\%$$

## Lampiran 7

Plot tabel confusion matrix



## Lampiran 8

### Kode Pemrograman

#### 1. Kode Fiterisasi ICA

```
#menginstall paket pustaka (library package) mne
!pip install mne
#nama file
name_file = "/content/drive/MyDrive/Data_EEG/wawan_cemas.csv"
name_file_export = "/content/drive/MyDrive/Data_Output_EEG/wawan
_cemas.edf"
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
#mengimpor paket library
import pandas as pd
import mne
import matplotlib.pyplot as plt
from mne.preprocessing import ICA
#konversi csv ke dataframe pandas
df = pd.read_csv(name_file)
df.head()
#menghapus kolom (time)
df.drop("Time", axis=1, inplace=True)
#definisi informasi EEG (raw data)
sfreq = 100
ch_types = ["eeg"]*df.shape[1]
#ch_names = ["Fp1-A1", "Fp2-A2", "F3-A1", "F4-A2", "C3-A1", "C4-A2", "P3-
A1", "P4-A2",
#      "O1-A1", "O2-A2", "F7-A1", "F8-A2", "T3-A1", "T4-A2", "T5-A1", "T6-
A2",
#      "Add_lead1", "Add_lead2"]
```

```

ch_names = ["Fp1", "Fp2", "F3", "F4", "C3", "C4", "P3", "P4", "O1", "O2", "F7", "F8", "T3",
            "T4", "T5", "T6", "A1", "A2"]
montage = mne.channels.make_standard_montage("standard_1020")
info = mne.create_info(ch_names=ch_names, sfreq=sfreq, ch_types=ch_types)
samples = df.T*1e-6
raw_data = mne.io.RawArray(samples, info)
raw_data.set_montage(montage=montage)
#new_names = {"Fp1-A1": "Fp1", "Fp2-A2": "Fp2", "F3-A1": "F3", "F4-A2": "F4",
#            "C3-A1": "C3", "C4-A2": "C4", "P3-A1": "P3", "P4-A2": "P4", "O1-A1": "O1",
#            "O2-A2": "O2", "F7-A1": "F7", "F8-A2": "F8", "T3-A1": "T3", "T4-A2": "T4",
#            "T5-A1": "T5", "T6-A2": "T6", "Add_lead1": "A1", "Add_lead2": "A2"}
#raw_data.rename_channels(new_names)
#plitting (visualisasi) data
raw_data.plot(show=False)
#filtrasi dengan menggunakan ICA
ica_eeg = ICA(n_components=18, random_state=100) #setup ICA
ica_eeg.fit(raw_data) #jalankan ICA
#raw data
raw_data.plot(duration=10, show=False)
plt.suptitle("Data Time Series Kotor")
#rekonstruksi data setelah mengilangkan artefak
reconst_data.plot(duration=10, show=False)
plt.suptitle("Data Time Series Bersih")
plt.show()

```

## 2. Kode Filterisasi Bandpass

```
!pip install mne
#mengimpor library
import mne
import numpy as np
import pandas as pd
from mne.time_frequency import psd_welch
#mengimpor library untuk tampilan plotting
import matplotlib.pyplot as plt
#style/gaya (tampilan) plot
plt.style.use('seaborn-bright')
#mengatur DPI
plt.rcParams['figure.dpi']=300
#mengatur ukuran figura
plt.rcParams['figure.figsize']=(8, 6)
#mengimpor data edf
raw_data_cemas=mne.io.read_raw_edf('/content/drive/MyDrive/Data_
Output_EEG/mika_cemas.edf', preload=True)
raw_data_istighfar
=mne.io.read_raw_edf('/content/drive/MyDrive/Data_Output_EEG/mik
a_data_istighfar.edf', preload=True)
name_file_export1="/content/drive/MyDrive/Output_EEG_Bersih/mika
_cemas.edf"
name_file_export2="/content/drive/MyDrive/Output_EEG_Bersih/mika
_data_istighfar.edf"
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
# Mendefinisikan fungsi
def eeg_power_band(epochs):
```

```

"""EEG relative power band feature extraction.
This function takes an `mne.Epochs` object and creates EEG features
based
on relative power in specific frequency bands that are compatible wit
h
scikit-learn.
"""
# band frekuensi spesifik
FREQ_BANDS = {"delta": [0.0, 4.0],
              "theta": [4.0, 7.0],
              "alpha": [8.0, 12.0],
              "beta": [12.0, 30.0]}
psds, freqs = psd_welch(epochs, picks='eeg', fmin=0.0, fmax=30)
# Normalisasi psd
psds /= np.sum(psds, axis=-1, keepdims=True)

X = []
for fmin, fmax in FREQ_BANDS.values():
    psds_band = psds[:, (freqs >= fmin) & (freqs < fmax)].mean(axis=-1)
    X.append(psds_band.reshape(len(psds), -1))
return np.concatenate(X, axis=1)
#Melakukan filter bandpass
xfil_data_cemas=raw_data_cemas.filter(0.5, 45., fir_design='firwin')
#menampilkan data cemas setelah difilter
xfil_data_cemas.plot(start=0, duration=2, show=False, color='green')

```

### 3. Kode Ekstraksi Algoritma PSD

```

!pip install mne
#mengimpor library
import mne

```

```

import numpy as np
import pandas as pd
from mne.time_frequency import psd_welch
#mengimpor library untuk tampilan plotting
import matplotlib.pyplot as plt
#style/gaya (tampilan) plot
plt.style.use('seaborn-bright')
#mengatur DPI
plt.rcParams['figure.dpi']=300
#mengatur ukuran figura
plt.rcParams['figure.figsize']=(8, 6)
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
#mengimpor data edf
xfil_data_cemas=mne.io.read_raw_edf('/content/drive/MyDrive/Output
_EEG_Bersih/harun_data_cemas.edf', preload=True)
xfil_data_istighfar
=mne.io.read_raw_edf('/content/drive/MyDrive/Output_EEG_Bersih/h
arun_data_istighfar.edf', preload=True)
#Mendefinisikan Variabel
tmin, tmax = 0, 60
low_delta, high_delta = 0.5, 4.0
low_tetha, high_tetha = 5.0, 7.0
low_alpha, high_alpha = 8.0, 12.0
low_beta, high_beta = 13.0, 35.0
#menghitung psd
power_psd_cemas = eeg_power_band(xfil_data_cemas )
power_psd_istighfar = eeg_power_band(xfil_data_istighfar)
#Menampilkan Hasil PSD pada Kondisi Cemas
#(Average Band Power)

```

```

np_arr_cemas = np.array(power_psd_cemas )
df_psd_cemas = pd.DataFrame(np_arr_cemas ,
                             index=xfil_data_cemas.info['ch_names'],
                             columns=['delta',
                                       'tetha',
                                       'alpha',
                                       'beta'])
df_psd_cemas.head(18)
#Menampilkan Hasil PSD ketika diberi Istighfar (Murrotal)
#(Average Band Power)
np_arr_istighfar = np.array(power_psd_istighfar)
df_psd_istighfar = pd.DataFrame(np_arr_istighfar,
                                 index=xfil_data_istighfar.info['ch_names'],
                                 columns=['delta',
                                         'tetha',
                                         'alpha',
                                         'beta'])
df_psd_istighfar.head(18)
#menghitung nilai persentase gelombang pada kondisi cemas
#Relative Power
#menghitung nilai persentase gelombang pada kondisi cemas
#Relative Power
total_df_cemas = [ df_psd_cemas.iloc[0].sum(),
                  df_psd_cemas.iloc[1].sum(),
                  df_psd_cemas.iloc[2].sum(),
                  df_psd_cemas.iloc[3].sum(),
                  df_psd_cemas.iloc[4].sum(),
                  df_psd_cemas.iloc[5].sum(),
                  df_psd_cemas.iloc[6].sum(),
                  df_psd_cemas.iloc[7].sum(),

```

```

df_psd_cemas.iloc[8].sum(),
df_psd_cemas.iloc[9].sum(),
df_psd_cemas.iloc[10].sum(),
df_psd_cemas.iloc[11].sum(),
df_psd_cemas.iloc[12].sum(),
df_psd_cemas.iloc[13].sum(),
df_psd_cemas.iloc[14].sum(),
df_psd_cemas.iloc[15].sum(),
df_psd_cemas.iloc[16].sum(),
df_psd_cemas.iloc[17].sum()]
df_cemas = df_psd_cemas
df_cemas ['total'] = total_df_cemas
df_cemas ['%delta'] = df_cemas['delta'] / df_cemas['total']
df_cemas ['%tetha'] = df_cemas['tetha'] / df_cemas['total']
df_cemas ['%alpha'] = df_cemas ['alpha'] / df_cemas['total']
df_cemas ['%beta'] = df_cemas ['beta'] / df_cemas['total']
#menghitung nilai persentase gelombang saat diberi istighfar
#Relative Power
total_df_istighfar = [ df_psd_istighfar.iloc[0].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[1].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[2].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[3].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[4].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[5].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[6].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[7].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[8].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[9].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[10].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[11].sum(),

```

```

df_psd_istighfar.iloc[12].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[13].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[14].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[15].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[16].sum(),
df_psd_istighfar.iloc[17].sum()]
df_istighfar = df_psd_istighfar
df_istighfar['total'] = total_df_istighfar
df_istighfar['%delta'] = df_istighfar['delta'] / df_istighfar['total']
df_istighfar['%tetha'] = df_istighfar['tetha'] / df_istighfar['total']
df_istighfar['%alpha'] = df_istighfar['alpha'] / df_istighfar['total']
df_istighfar ['%beta'] = df_istighfar['beta'] / df_istighfar['total']
#menghitung nilai persentase gelombang pada kondisi cemas
#Relative Power
total_df_cemas = [ df_psd_cemas.iloc[0].sum(),
df_psd_cemas.iloc[1].sum(),
df_psd_cemas.iloc[2].sum(),
df_psd_cemas.iloc[3].sum(),
df_psd_cemas.iloc[4].sum(),
df_psd_cemas.iloc[5].sum(),
df_psd_cemas.iloc[6].sum(),
df_psd_cemas.iloc[7].sum(),
df_psd_cemas.iloc[8].sum(),
df_psd_cemas.iloc[9].sum(),
df_psd_cemas.iloc[10].sum(),
df_psd_cemas.iloc[11].sum(),
df_psd_cemas.iloc[12].sum(),
df_psd_cemas.iloc[13].sum(),
df_psd_cemas.iloc[14].sum(),
df_psd_cemas.iloc[15].sum(),

```

```

df_psd_cemas.iloc[16].sum(),
df_psd_cemas.iloc[17].sum()]
df_cemas = df_psd_cemas
df_cemas['total'] = total_df_cemas
df_cemas['%delta'] = df_cemas['delta'] / df_cemas['total']
df_cemas['%tetha'] = df_cemas['tetha'] / df_cemas['total']
df_cemas['%alpha'] = df_cemas['alpha'] / df_cemas['total']
df_cemas['%beta'] = df_cemas['beta'] / df_cemas['total']
#lanjutan... (menghitung nilai persentase gelombang pada kondisi cemas)
pr_nor_delta = np.array(df_cemas['%delta'].mean())
pr_nor_tetha = np.array(df_cemas['%tetha'].mean())
pr_nor_alpha = np.array(df_cemas['%alpha'].mean())
pr_nor_beta = np.array(df_cemas['%beta'].mean())
#menampilkan hasil persentase
print("Persentase Gelombang pada Keadaan Cemas\n")
array_nor = ([delta', '{:.2%}'.format(pr_nor_delta)],
             [tetha', '{:.2%}'.format(pr_nor_tetha)],
             [alpha', '{:.2%}'.format(pr_nor_alpha)],
             [beta', '{:.2%}'.format(pr_nor_beta)])
df_persentase_cemas = pd.DataFrame(data=array_nor,
                                   columns=['gelombang',
                                           'persentase'])
df_persentase_cemas.head()
#lanjutan... (menghitung nilai persentase gelombang saat diberi istighfar)
pr_prlkn_delta = np.array(df_istighfar['%delta'].mean())
pr_prlkn_tetha = np.array(df_istighfar['%tetha'].mean())
pr_prlkn_alpha = np.array(df_istighfar['%alpha'].mean())
pr_prlkn_beta = np.array(df_istighfar['%beta'].mean())

```

```

#menampilkan hasil persentase
print("Persentase Gelombang saat Dikenai Istighfar\n")
array_prlkn = ([delta', '{:.2%}'.format(pr_istighfar_delta)],
               [tetha', '{:.2%}'.format(pr_istighfar_tetha)],
               [alpha', '{:.2%}'.format(pr_istighfar_alpha)],
               [beta', '{:.2%}'.format(pr_istighfar_beta)])
df_persentase_prlkn = pd.DataFrame(data=array_istighfar,
                                   columns=['gelombang',
                                           'persentase'])
df_persentase_prlkn.head()

```

#### 4. Kode klasifikasi KNN

```

#mengimpor library
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
import seaborn as sn
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
#memanggil dataset ke dalam dataframe
df_eeg = pd.read_csv("/content/drive/MyDrive/Data Ekstraksi_EEG/Pel
abelan_Manual.csv")
#menampilkan 10 data awal dataframe
df_eeg.head(10)
#melihat jumlah label
#kolom = df_eeg.columns
target = df_eeg.label_clust
ax = sn.countplot(target)
cemas, rileks = target.value_counts()
print("Jumlah data latih kondisi cemas : ", cemas)

```

```

print("Jumlah data latih kondisi rileks : ", rileks)
#menentukan variabel penjelas (X)
X = df_eeg.iloc[:,4].values # data gelombang delta - beta
X
#menentukan variabel respon (y)
y = df_eeg.iloc[:,4].values
y
# nilai data label 0 berarti dalam keadaan cemas
# nilai data label 1 berarti dalam keadaan rileks
#membuat model machine learning
#memisahkan (splitting) dataset menjadi data latih (training) dan data
uji (testing)
from sklearn.model_selection import train_test_split, cross_val_score
#membuat data training 80% dan data testing 20%
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size = 0.2)
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
error = []
for i in range(1, 40):
    knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=i)
    knn.fit(X_train, y_train)
    pred_i = knn.predict(X_test)
    error.append(np.mean(pred_i != y_test))
plt.figure()
plt.plot(range(1, 40), error, color='blue', marker='o',
         markerfacecolor='blue', markersize=7)
plt.title('Rata-Rata Error terhadap nilai K')
plt.xlabel('Nilai K')
plt.ylabel('Rata-Rata Error')
plt.show()
classifier = KNeighborsClassifier(n_neighbors=21)

```

```
classifier.fit(X_train, y_train)
#algoritma KNN
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
clf_knn = KNeighborsClassifier()
clf_knn.fit(X_train, y_train)
#data prediksi
y_prediksi_knn = clf_knn.predict(X_test)
from sklearn.metrics import classification_report
print(classification_report(y_test,clf_knn.predict(X_test)))
print(confusion_matrix(y_test, predictions))
print(classification_report(y_test, predictions))
y_pred = classifier.predict(X_test)
cm = confusion_matrix(y_test, y_pred)
ConfusionMatrixDisplay(cm, display_labels=lb.classes_).plot()
```

## Lampiran 9

### Hasil Cek Plagiasi

Skripsi Alvania

---

ORIGINALITY REPORT

<b>10</b> %	<b>9</b> %	<b>2</b> %	<b>6</b> %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

---

PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<a href="http://eprints.walisongo.ac.id">eprints.walisongo.ac.id</a> Internet Source	<b>5</b> %
<b>2</b>	Submitted to UIN Walisongo Student Paper	<b>&lt;1</b> %
<b>3</b>	<a href="http://repository.uin-suska.ac.id">repository.uin-suska.ac.id</a> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>4</b>	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>5</b>	Submitted to State Islamic University of Alauddin Makassar Student Paper	<b>&lt;1</b> %
<b>6</b>	<a href="http://ejournal.undip.ac.id">ejournal.undip.ac.id</a> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<a href="http://summer-absolutely.icu">summer-absolutely.icu</a> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<a href="http://www.gramedia.com">www.gramedia.com</a> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<a href="http://alsofwah.or.id">alsofwah.or.id</a> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>10</b>	<a href="http://ilmukesehatan-jawa.blogspot.com">ilmukesehatan-jawa.blogspot.com</a> Internet Source	<b>&lt;1</b> %