

**ANALISIS DATA EEG PADA PENDERITA EPILEPSI
BERDASARKAN KOMPLEKSITAS DAN FASE
SINKRONISASI SINYAL OTAK**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

mencapai derajat Sarjana-S1

Program Studi Fisika



diajukan oleh :

Rizka Fatia Hasanah

16620026

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2021



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Mursda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2093/Un.02/DST/PP.00.9/11/2021

Tugas Akhir dengan judul : ANALISIS DATA EEG PADA PENDERITA EPILEPSI BERDASARKAN
KOMPLEKSITAS DAN FASE SINKRONISASI SINYAL OTAK

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RIZKA FATIA HASANAH
Nomor Induk Mahasiswa : 16620026
Telah diujikan pada : Senin, 18 Oktober 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si
SIGNED

Valid ID: 8191000a565



Pengaji I
Frieda Agung Bakhtiar, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 8182002c1610



Pengaji II
Andi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 8181000a400c



Yogyakarta, 18 Oktober 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Drs. Hj. Khairul Wardani, M.Si
SIGNED

Valid ID: 81955106077



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains
dan Teknologi UIN Sunan
Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : RIZKA FATIA HASANAH
NIM : 16620026
Judul Skripsi : ANALISIS DATA EEG PADA PENDERITA EPILEPSI
BERDASARKAN KOMPLEKSITAS DAN FASE
SINKRONISASI SINYAL OTAK

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 07 Oktober 2021

Pembimbing

Dr. Nita Handayani, M.Si
NIP. 19820126 200801 2 008

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizka Fatia Hasanah

NIM : 16620026

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Analisis Data EEG pada Penderita Epilepsi Berdasarkan Kompleksitas dan Fase Sinkronisasi Sinyal Otak” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 07 Oktober 2021

Penulis



Rizka Fatia Hasanah
16620026

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(QS Al Baqarah 216)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- ❖ Allah SWT.
- ❖ Nabi Muhammad SAW.
- ❖ Bapak, ibun, Kakak serta Kakak Ipar tercinta untuk setiap do'a dan kasih sayangnya.
- ❖ Keluarga Besar Darmo dan Keluarga Besar Sumadi.
- ❖ Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga.
- ❖ Keluarga besar Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta angkatan 2016.
- ❖ Study Club Fisika Material UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang
Segala puji syukur atas ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan
rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan
laporan penelitian skripsi dengan judul “*Analisis Data EEG pada Penderita
Epilepsi Berdasarkan Komplexitas dan Fase Sinkronisasi Sinyal Otak*”.
Shalawat dan salam kepada pemimpin para Rasul, Muhammad SAW yang
telah membawa manusia menuju kebenaran, kemuliaan dan ketinggian akal
pikiran.

Penyusunan laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan
Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Penulis menyadari
laporan penelitian skripsi tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan,
bimbingan, nasihat dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis
menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta (Bapak Purwanto dan Ibu Siti Khoiriyah) ,
kakak (Retno Dewi Purwanti dan Muhamad Fauzan Nizar) dan
keluarga besar yang tiada hentinya memberikan dukungan, nasihat
dan doanya kepada penulis.
2. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi
Fisika.

3. Ibu Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan dan bimbingan baik dalam penelitian maupun dalam pembuatan laporan ini.
4. Bapak Cecilia Yanuarief, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen Fisika beserta jajarannya yang telah memberikan ilmunya selama masa perkuliahan kepada penulis.
6. Seluruh staf dan karyawan/i bagian Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi.
7. Teman-teman seperjuangan Fisika 2016 yang selalu memberikan semangat, dukungan, kesabaran dalam menghadapi keluhan, menyediakan waktu untuk dan menyemangati satu sama lain.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah terlibat dan membantu selama penyusunan laporan ini.

Semoga amal dan jasa, bantuan dan petunjuk yang telah diberikan dicatat oleh Allah SWT sebagai amal saleh dan memperoleh ridha-Nya. Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Untuk itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat konstruktif dari pembaca demi penyempurnaan laporan ini.

Yogyakarta, 07 Oktober 2021

Penulis

ANALISIS DATA EEG PADA PENDERITA EPILEPSI BERDASARKAN KOMPLEKSITAS DAN FASE SINKRONISASI SINYAL OTAK

Rizka Fatia Hasanah

16620026

INTISARI

Epilepsi didefinisikan sebagai kumpulan gejala dan tanda-tanda klinis yang muncul karena gangguan fungsi otak, yang terjadi akibat lepasnya muatan listrik abnormal dari neuron-neuron secara paroksismal dengan berbagai macam etiologi. Salah satu pemeriksaan yang membantu diagnosa penderita epilepsi adalah rekaman sinyal *electroencephalogram* (EEG). EEG adalah perangkat lunak yang digunakan dalam mengukur aktivitas listrik area permukaan terluar yang dilindungi oleh elektroda. *Quantitative Electroencephalogram* (QEEG) merupakan algoritma matematis suatu proses pengolahan data hasil perekaman sinyal EEG. Penelitian ini menganalisis sinyal otak pada subjek penderita epilepsi dan subjek normal sebagai kontrol berdasarkan kompleksitas sinyal dan fase sinkronisasi sinyal otak. Subjek uji terdiri dari penderita epilepsi dan normal masing-masing sebanyak tiga orang. Metode analisis data meliputi *pre-processing* untuk menghilangkan *noise* dan *artifact*, perhitungan kompleksitas sinyal otak dengan besaran *Sample Entropy* (*SampEn*) dan perhitungan fase sinkronisasi sinyal otak menggunakan besaran *Phase Locking Value* (PLV). Berdasarkan hasil analisis perhitungan kompleksitas sinyal otak dengan besaran *Sample Entropy* (*SampEn*), menunjukkan nilai *SampEn* subjek normal lebih besar dibandingkan dengan nilai *SampEn* subjek penderita epilepsi. Subjek penderita epilepsi mengalami penurunan kompleksitas sinyal otak pada lobus occipital dan lobus frontal. Hasil analisis perhitungan fase sinkronisasi sinyal otak dengan besaran *Phase Locking Value* (PLV), menunjukkan nilai PLV subjek normal lebih besar dibandingkan dengan nilai PLV subjek penderita epilepsi. Subjek penderita epilepsi mengalami penurunan fase sinkronisasi sinyal otak pada lobus parietal, lobus occipital dan lobus frontal. Dari hasil analisis perhitungan kompleksitas dan fase sinkronisasi sinyal otak menunjukkan bahwa penderita epilepsi mengalami penurunan kompleksitas dan fase sinkronisasi sinyal otak.

Kata Kunci : Epilepsi, EEG, *SampEn*, PLV, Sinyal Otak

**ANALYSIS OF EEG DATA IN EPILEPSY PATIENTS BASED ON
COMPLEXITY AND PHASE OF BRAIN SIGNAL SYNCHRONIZATION**

Rizka Fatia Hasanah

16620026

ABSTRACT

Epilepsy is defined as a collection of clinical symptoms and signs that arise due to impaired brain function, which occurs as a result of abnormal electrical discharges from paroxysmal neurons with various etiologies. One of the tests that help diagnose epilepsy is an electroencephalogram (EEG) signal recording. EEG is a software used in measuring the electrical activity of the outermost surface area enclosed by an electrode. Quantitative Electroencephalogram (QEEG) is a mathematical algorithm for processing EEG signal data. This study analyzed brain signals in subjects and normal subjects as controls based on signal complexity and brain synchronization signals. The test subjects consisted of three people with epilepsy and normal patients each. Data analysis methods include pre-processing to remove noise and artifacts, calculating brain signals with Sample Entropy (SampEn) and calculating brain synchronization phases using Phase Locking Value (PLV). Results Based on the analysis of the calculation of brain signals with sample entropy (SampEn), it shows that the value of normal SampEn subjects is greater than the value of SampEn subjects with epilepsy. Subjects with epilepsy experienced decreased brain signals in the occipital lobe and frontal lobe. The results of the initial subject analysis of brain signals with Phase Locking Value (PLV) showed that the normal PLV value was greater than the PLV value for epilepsy sufferers. Subjects with epilepsy experienced a decrease in the synchronization phase of brain signals in the parietal lobe, occipital lobe and frontal lobe. From the results of the analysis of calculations and brain synchronization phase, it shows that people with epilepsy experience a decrease in brain speed and synchronization signals.

Keywords: *Epilepsy, EEG, SampEn, PLV, Brain Signal*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Studi Pustaka	9
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Anatomi Otak	14
2.2.2 Potensial Aksi	18
2.2.3 Epilepsi	19

2.2.3.1 Klasifikasi Epilepsi	21
2.2.3.2 Serangan Epilepsi	22
2.2.4 <i>Electroencephalogram</i> (EEG)	25
2.2.4.1 Sejarah EEG	25
2.2.4.2 Prinsip Kerja EEG	26
2.2.5 <i>Quantitative Electroencephalography</i> (QEEG).....	32
2.2.5.1 Kompleksitas Sinyal	33
2.2.5.2 Fase Sinkronisasi Sinyal	35
2.2.6 Naahiyah Al-Qur'an	38
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	40
3.2 Alat dan Bahan	40
3.3 Prosedur Penelitian	41
3.3.1 <i>Pre-processing</i> Data	42
3.3.2 Metode Analisa Data	45
3.3.2.1 Analisis Kompleksitas Sinyal dengan SampEn	45
3.3.2.2 Analisis Fase Sinkronisasi Sinyal dengan PLV	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil Penelitian	52
4.1.1 Hasil <i>Pre-processing</i> Data	52
4.1.2 Hasil Analisis Kompleksitas Sinyal dengan SampEn	53
4.1.3 Hasil Analisis Fase Sinkronisasi Sinyal dengan PLV	54
4.2 Pembahasan	62
4.2.1 Analisis Kompleksitas Sinyal	62
4.2.2 Analisis Fase Sinkronisasi Sinyal	64

4.2.3 Integrasi-Interkoneksi	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	78



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi pustaka penelitian yang terkait	11
Tabel 2.2 Frekuensi gelombang otak dan kondisi mental manusia	29
Tabel 3.1 Perangkat keras yang digunakan pada penelitian	40
Tabel 3.2 Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian	40
Tabel 4.1 Nilai <i>SampEn</i> pada subjek penderita epilepsi dan subjek normal ..	54
Tabel 4.2 Hasil perhitungan rata-rata elektroda nilai <i>SampEn</i> pada subjek penderita epilepsi dan subjek normal	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi otak	15
Gambar 2.2 Lobus cerebrum	18
Gambar 2.3 Perubahan potensial aksi	18
Gambar 2.4 Gelombang sinyal EEG pada penderita epilepsi	21
Gambar 2.5 Gelombang sinyal EEG normal	21
Gambar 2.6 Posisi elektroda EEG menurut system internasional 10-20	27
Gambar 2.7 Diagram blok sistem EEG	27
Gambar 3.1 Diagram alir prosedur penelitian	41
Gambar 3.2 Diagram alir <i>pre-processing</i> data	42
Gambar 3.3 Imput data	43
Gambar 3.4 Diagram alir analisis <i>SampEn</i>	46
Gambar 3.5 (a) Pasangan elektroda intra-hemisphere kiri dan intra-hemisphere kanan (b) Pasangan elektroda inter-hemisphere	48
Gambar 3.6 Diagram alir analisis PLV.....	49
Gambar 4.1 Hasil extract data EEG	53
Gambar 4.2 Hasil centering data EEG	53
Gambar 4.3 Hasil filtering data EEG	53
Gambar 4.4 Contoh hasil analisis besaran PLV sebagai fungsi waktu untuk pita frekuensi gelombang alpha pada pasangan intra- hemisphere FC5-P7 (a) subjek penderita epilepsi (b) subjek normal	55
Gambar 4.5 Contoh hasil analisis besaran PLV sebagai fungsi waktu untuk pita frekuensi gelombang alpha pada pasangan inter- hemisphere FC5-P7 (a) subjek penderita epilepsi (b) subjek normal	56

Gambar 4.6 Contoh hasil analisis besaran PLV sebagai fungsi waktu untuk pita frekuensi gelombang beta pada pasangan intra-hemisphere FC5-P7 (a) subjek penderita epilepsi (b) subjek normal	57
Gambar 4.7 Contoh hasil analisis besaran PLV sebagai fungsi waktu untuk pita frekuensi gelombang beta pada pasangan inter-hemisphere FC5-P7 (a) subjek penderita epilepsi (b) subjek normal	58
Gambar 4.8 Contoh hasil analisis besaran PLV sebagai fungsi waktu untuk pita frekuensi gelombang gamma rendah pada pasangan intra-hemisphere FC5-P7 (a) subjek penderita epilepsi (b) subjek normal	58
Gambar 4.9 Contoh hasil analisis besaran PLV sebagai fungsi waktu untuk pita frekuensi gelombang gamma rendah pada pasangan inter-hemisphere FC5-P7 (a) subjek penderita epilepsi (b) subjek normal	59
Gambar 4.10 Perbandingan nilai PLV antara subjek penderita epilepsi dan subjek normal pada pasangan elektroda intra-hemisphere kiri dan kanan (a) alpha, (b) beta, (c) gamma rendah	60
Gambar 4.11 Perbandingan nilai PIV antara subjek penderita epilepsi dan subjek normal pada pasangan elektroda inter-hemisphere (a) alpha, (b) beta dan (c) gamma rendah.....	61
Lampiran 1 Hasil fase sinkronisasi sinyal pasangan intra-hemisphere pada rentang pita frekuensi alpha	77
Lampiran 2 Hasil fase sinkronisasi sinyal pasangan inter-hemisphere pada rentang pita frekuensi alpha	78
Lampiran 3 Hasil fase sinkronisasi sinyal pasangan intra-hemisphere pada rentang pita frekuensi beta	79
Lampiran 4 Hasil fase sinkronisasi sinyal pasangan inter-hemisphere pada rentang pita frekuensi beta	81
Lampiran 5 Hasil fase sinkronisasi sinyal pasangan intra-hemisphere pada rentang pita frekuensi gamma rendah	82

Lampiran 6 Hasil fase sinkronisasi sinyal pasangan inter-hemisphere pada rentang pita frekuensi gamma rendah 83



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Epilepsi masih menjadi salah satu permasalahan penting baik dalam bidang kesehatan maupun psikologi-sosial di dunia dan khususnya juga di Indonesia. Dampak prevalensi yang tinggi dari penyakit epilepsi di antaranya mempengaruhi kualitas hidup pasien dan munculnya stigma di masyarakat terkait pasien epilepsi. Epilepsi dapat terjadi pada laki-laki maupun perempuan dan usia berapapun, tetapi paling sering ditemukan pada awal kehidupan atau pada masa anak-anak. Golongan anak-anak memiliki prevalensi dan insiden yang paling banyak dibandingkan dengan golongan yang lain (Syakina dan Hawari, 2020).

Penderita epilepsi di dunia menurut *World Health Organization* (WHO) sekitar 50 juta orang. Diagnosis epilepsi aktif terdiri sekitar 10.5 juta anak atau 25% populasi orang mengidap epilepsi di dunia. Hampir 80% dari orang mengidap penyakit epilepsi yang berada di dunia dengan pendapatan menengah ke bawah (Chintia, dkk., 2020).

Di Indonesia, sedikitnya terdapat 700.000 - 1.400.000 kasus epilepsi di mana terdapat penambahan sebesar 70.000 kasus baru setiap tahun dan diperkirakan sekitar 40% - 50% terjadi pada anak-anak. Menurut WHO, dalam penelitian sebelumnya mengestimasi bahwa rerata prevalensi epilepsi aktif adalah sekitar antara 4 sampai 10 per 1000 jumlah penduduk, artinya jika jumlah penduduk di Indonesia berkisar 220 juta, maka diperkirakan jumlah penderita epilepsi baru

adalah 250.000 per tahun, dan diperkirakan jumlah orang dengan epilepsi yang masih mengalami bangkitan atau membutuhkan pengobatan berkisar 1,8 juta jiwa (Syakina dan Hawari, 2020). Epilepsi menjadi salah satu penyakit neurologi yang mempengaruhi sistem saraf pusat atau otak manusia.

Dalam Al-Qur'an banyak disinggung mengenai manusia. Pembahasan tentang manusia pun beragam, mulai dari hal terkecil dalam tubuh manusia yang biasa disebut ilmu anatomi dan fisiologi tubuh manusia. Para ilmuwan fisiologi mengatakan bahwasanya manusia terdiri dari kumpulan fungsi anggota tubuhnya dan melihat perilakunya sebagai kumpulan aktivitas fisik dan kimia. Area yang paling penting adalah area motorik yang mengatur semua gerak bagian tubuh (Taufiq, 2006).

Manusia diciptakan sebagai makhluk yang sempurna, bertujuan untuk *mentadaburi* segala yang ada di muka bumi ini. Hal ini adalah bentuk perhatian dan karunia Allah kepada makhluk-Nya, dan isyarat bagi manusia memiliki kedudukan tinggi di sisi Allah dan peran yang signifikan dalam sistem kehidupan alam semesta ini. Manusia dianggap sebagai makhluk paling kompleks di alam semesta, baik dalam hal sel-selnya, jaringan-jaringannya maupun organ-organnya. Semua organ tubuh manusia amat detail, rumit, akurat, dan sempurna, sehingga sulit dipahami konstruksi dan cara kerjanya oleh ilmuwan terhebat sekalipun.

Dalam diri manusia terdapat jiwa yang di dalamnya terjadi benturan antara perasaan, nafsu, nilai, kebutuhan dan prinsip. Pada diri manusia juga terdapat akal tempat menyimpan berbagai prinsip dan aksioma, pengetahuan, analisis, dan

kreatifitas. Tubuh manusia terdiri atas beberapa sistem, antara lain sistem pernapasan, pencernaan, peredaran darah, alat gerak (muskulo-skeletal), dan sistem saraf. Sistem saraf terdiri atas susunan saraf pusat (SSP) dan susunan saraf tepi (SST). Susunan saraf pusat terdiri atas otak (ensefalon) dan medula spinalis (Joewana, 2003). Hal tersebut terdapat dalam Al-Qur'an, yaitu pada Q.S. At-Tin (95) ayat 4 – 6 yang berbunyi:



Artinya : “*Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya. Kemudian Kami kembalikan dia ke tempat yang serendah-rendahnya (neraka). Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal sholeh; maka bagi mereka pahala yang tiada putus-putusnya*” (Syafa’ati:4).

Otak manusia dapat melakukan berbagai aktivitas baik itu normal maupun abnormal. Kondisi normal terdiri dari kondisi fisik (seperti tidur, terjaga, dan beraktifitas) dan kondisi mental (seperti nyaman, sedih, dan marah). Kondisi abnormal dapat terjadi pada gangguan neurologis dan ketidakseimbangan akibat pengaruh obat-obatan, seperti kejang pada penderita epilepsi dan demensia (Taplan, 2002).

Serangan atau bangkitan epilepsi yang dikenal dengan *epileptic seizure* adalah manifestasi klinis yang serupa dan berulang secara paroksismal, yang disebabkan oleh hiperaktivitas listrik sekelompok sel saraf di otak yang spontan dan bukan disebabkan oleh suatu penyakit otak akut (Shorvon, 2000). Manifestasi

serangan atau bangkitan epilepsi secara klinis dapat dicirikan sebagai gejala yang timbulnya mendadak, hilang spontan, dan cenderung untuk berulang. Sedangkan gejala dan tanda-tanda klinis tersebut sangat bervariasi dapat berupa gangguan tingkat penurunan kesadaran, gangguan sensorik (subjektif), gangguan motorik atau kejang (objektif), gangguan otonom (vegetatif), dan perubahan tingkah laku (psikologis). Semuanya itu tergantung dari letak fokus epileptogenesis atau sarang epileptogen dan penjarannya sehingga dikenal bermacam jenis epilepsi, yaitu epilepsi lobus temporalis, epilepsi lobus frontalis, epilepsi lobus parietalis dan epilepsi lobus oksipitalis (Aji dan Tjandra, 2017).

Diagnosa pasti epilepsi adalah dengan menyaksikan secara langsung terjadinya serangan, namun serangan epilepsi jarang bisa disaksikan langsung oleh dokter. Salah satu pemeriksaan yang membantu diagnosa penderita epilepsi adalah rekaman sinyal *electroencephalogram* (EEG). EEG sangat berperan dalam menegakkan diagnosis epilepsi dan memberikan informasi berkaitan dengan sindrom epilepsi, serta dalam menentukan lokasi atau fokus kejang khususnya pada kasus-kasus kejang fokal. Prosedur standar yang digunakan pada pemeriksaan EEG adalah rekaman EEG saat tidur (*sleep deprivation*), pada kondisi hiperventilasi dan stimulasi fotik, dimana ketiga keadaan tersebut dapat mendeteksi aktivitas epileptiform. Selain ketiga prosedur standar di atas dikenal pula rekaman Video-EEG dan *ambulatory* EEG, yang dapat memperlihatkan aktivitas listrik pada otak selama kejang berlangsung (Vera dkk, 2014).

Pengukuran sinyal EEG merupakan suatu teknik yang paling mudah dan paling murah. EEG adalah metode yang digunakan dalam mengukur aktivitas

listrik spontan dari otak yang diperoleh dengan tertangkapnya sinyal listrik otak dari neuron ke neuron. Proses perekaman sinyal EEG dilakukan dalam waktu singkat, biasanya selama 20-40 menit. Rekaman diperoleh dengan menempatkan elektroda pada berbagai posisi pada kulit kepala. Tingginya resolusi temporal yang dimiliki EEG akan membuat respon terhadap segala perubahan aktivitas otak lebih cepat.

Sifat sinyal EEG pada umumnya adalah non-stasioner dan random sehingga menambah kompleksitas dalam pengolahan sinyal EEG. Namun demikian, klasifikasi dari sinyal EEG terhadap perubahan variabel tertentu dapat menerangkan fungsi kerja dari otak dan menangkap perubahan aktivitas otak terhadap variabel yang bersangkutan. Transformasi sinyal EEG menjadi suatu model, merupakan suatu cara yang efektif dalam analisis untuk tujuan klasifikasi sinyal EEG.

Sinyal EEG pada seseorang, umumnya terdiri dari komponen-komponen gelombang yang dibedakan berdasarkan daerah frekuensinya, yaitu gelombang alfa (8 – 13 Hz), sering muncul dalam keadaan sadar, mata tertutup dan kondisi rileks, gelombang beta (14 – 30 Hz), sering muncul manakala seseorang dalam keadaan berfikir, gelombang teta (4 – 7 Hz), umumnya terjadi pada seseorang yang sedang tidur ringan, mengantuk atau stres emosional, dan gelombang delta (0.5 – 3 Hz), sering hadir pada seseorang yang pada keadaan tidur nyenyak. Oleh karena itu, representasi sinyal EEG ke dalam domain frekuensi banyak dilakukan dalam penelitian yang berhubungan dengan analisis sinyal EEG (Djamal dan Tjokronegoro, 2005).

Pada penelitian-penelitian sebelumnya, telah menganalisis karakterisasi sinyal EEG pada penderita epilepsi menggunakan beberapa metode, seperti penelitian Abdelhalim, dkk pada tahun 2011 menggunakan metode *Phase Locking Value (PLV)*. Pada penelitian Acharya, dkk pada tahun 2013 menggunakan metode *Linear Prediction (LP)*, *Principal Component Analysis (PCA)*, *Independent Component Analysis (ICA)*, *Linear Discriminant Analysis (LDA)*, *Non-parametric method*, *Parametric method*, *Wavelet transform*, *Hilbert–Huang Transform (HHT)*, *Higher Order Spectra (HOS)*, *Higher order cumulants*, *Approximate Entropy (ApEn)*, *Sample Entropy (SampEn)*, *Fractal Dimension (FD)*, *Hurst Exponent (H)*, *Largest Lyapunov Exponent (LLE)*, dan *Correlation Dimension (CD)*. Pada penelitian Boonyakitanont, ddk tahun 2019 menggunakan metode *Standard Bayes Classifier (SBC)* dan *Correlation-based Feature Selection (CFS)*. Akan tetapi pada metode tersebut belum relevan digunakan untuk mendeteksi distribusi perbedaan estimasi kompleksitas dan fase sinkronisasi sinyal pada perekaman EEG. Penderita epilepsi mengalami perubahan kompleksitas dan fase sinkronisasi sinyal pada perekaman data EEG.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan penelitian lebih lanjut terkait dengan data EEG pada penderita epilepsi. Data EEG penderita epilepsi dapat dianalisis dengan teknik *Quantitative Electroencephalography (QEEG)*. Dari berbagai besaran QEEG yang ada, maka pada penelitian ini akan difokuskan menggunakan metode analisis kompleksitas sinyal dan fase sinkronisasi sinyal.

Besaran yang dapat digunakan untuk menganalisis kompleksitas sinyal yaitu, besaran *entropy* dan koherensi. Pada penelitian ini difokuskan pada besaran

Sample Entropy (*SampEn*) sebab *SampEn* tidak tergantung pada panjang perekaman EEG dan menganalisis deret waktu secara langsung. Metode analisis fase sinkronisasi sinyal terdiri dari *Phase Locking Value* (PLV) dan *Phase Lag Index* (PLI), pada penelitian ini di fokuskan pada nilai PLV untuk mengevaluasi distribusi perbedaan fase dan estimasi konektivitas pada data perekaman EEG.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan kompleksitas sinyal otak berdasarkan besaran *SampEn* pada subjek penderita epilepsi dan subjek normal?
2. Bagaimana perbedaan fase sinkronisasi sinyal otak berdasarkan nilai PLV pada subjek penderita epilepsi dan subjek normal?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbedaan kompleksitas sinyal EEG berdasarkan besaran *SampEn* pada subjek penderita epilepsi dan subjek normal.
2. Menganalisis perbedaan fase sinkronisasi sinyal EEG berdasarkan nilai PLV pada subjek penderita epilepsi dan subjek normal.

1.4 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini permasalahan yang akan diteliti dibatasi pada:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder hasil rekaman sinyal EEG Emotiv Epoc 14-elektroda dengan frekuensi sampling sebesar 128 Hz. Pengolahan data difokuskan pada 6 elektroda yang terdiri dari dua elektroda parietal (P7 dan P8), dua elektroda occipital (O1 dan O2) dan dua elektroda frontal (FC5 dan FC6).
2. Data yang dianalisis adalah data EEG pada penderita epilepsi dan subjek normal sebagai kontrol dengan jumlah subjek pada masing-masing data adalah 3 orang

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbedaan karakteristik gelombang otak secara fisis berdasarkan analisis *Quantitative Electroencephalography* (QEEG) antara penderita epilepsi dan subjek normal.
2. Memberikan kontribusi riset di bidang *neuroscience* khususnya pada teknik *functional neuroimaging* untuk observasi fungsional otak pada subjek penderita epilepsi menggunakan EEG.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Bedasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis kompleksitas sinyal otak dengan besaran *Sample Entropy (SampEn)*, menunjukkan bahwa nilai *SampEn* subjek normal lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *SampEn* subjek penderita epilepsi. Nilai rata-rata *SampEn* subjek penderita epilepsi terendah pada elektroda O1 sebesar 0.28 dan nilai tertinggi pada elektroda O2 sebesar 0.64. Nilai rata-rata *SampEn* subjek normal terendah pada elektroda FC5 sebesar 0.80 dan tertinggi pada elektroda O2 sebesar 1.19. Penurunan kompleksitas sinyal pada penderita epilepsi menandakan adanya penurunan fungsional otak pada lobus tertentu. Sehingga, dapat disimpulkan analisis perhitungan kompleksitas sinyal otak subjek penderita epilepsi pada penelitian ini mengalami penurunan fungsional otak lobus occipital dan lobus frontal.
2. Hasil analisis fase sinkronisasi sinyal otak dengan besaran *Phase Locking Value (PLV)* menunjukkan bahwa nilai PLV subjek normal lebih tinggi dibandingkan dengan nilai PLV subjek penderita epilepsi. Sinkronisasi sinyal intra-hemisphere kiri dan kanan yang mengalami penurunan nilai PLV ditunjukkan pada subjek penderita epilepsi-1 pasangan elektroda P7-O1 pita frekuensi gamma rendah dengan nilai PLV sebesar 0.204. Sinkronisasi sinyal inter-hemisphere yang

mengalami penurunan nilai PLV terjadi pada, subjek penderita epilepsi-2 pita frekuensi beta pasangan elektroda FC5-FC6 dengan nilai PLV 0.174, subjek penderita epilepsi-2 pita frekuensi gamma rendah pasangan elektroda FC5-FC6 dengan nilai PLV 0.173, subjek penderita epilepsi-1 pita frekuensi gamma rendah pasangan elektroda P7-P8 nilai PLV sebesar 0.189, subjek penderita epilepsi-2 pita frekuensi gamma rendah pasangan elektroda P7-P8 dengan nilai PLV 0.185, dan subjek penderita epilepsi-3 pita frekuensi gamma rendah pasangan elektroda P7-P8 nilai PLV sebesar 0.183. Sehingga, dapat disimpulkan analisis perhitungan fase sinkronisasi sinyal otak subjek penderita epilepsi pada penelitian ini mengalami penurunan fungsional otak lobus parietal, lobus occipital dan lobus frontal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Perlunya analisis secara komprehensif dari seluruh elektroda dan variasi pasangan elektroda pada EEG untuk mendapatkan hasil analisis yang lengkap.
2. Perlunya penambahan analisis pasangan elektroda pada intra-hemisphere dan inter-hemisphere untuk perhitungan fase sinkronisasi sinyal otak.
3. Pengujian data perekaman EEG dilakukan pada subjek uji dengan jumlah yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhalim, K., Smolyakov V., dan Genov R., 2011. *Phase-Synchronization Early Epileptic Seizure Detector VLSI Architecture*. University of Toronto. Canada.
- Acharya, U. R., Sre., S. V., Swapna, G., Martis, R. J., dan Suri, J. S. 2013. Automated EEG analysis of epilepsy. *Journal of Medical physics and Biophysics*, **Vol. 45. Maret 2013** : 3 – 6.
- Aji, N. B., dan Tjandra, H. 2017. Klasifikasi EEG Epilepsi Menggunakan Singular Spectrum Analysis, Power Spectral Density dan Convolution Neural Network. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, Vol.5 No 2. Juli 2017 : 1 - 3.
- Ardila, Y., Tjandra, H., dan Arieshanti, I. 2014. Deteksi Penyakit Epilepsi dengan Menggunakan Entropi Permutasi, K-means Clustering, dan Multilayer Perceptron. *Jurnal Teknik POMITS*, **Vol 3 No 1. 2014** : 1 – 2.
- Aydore, S., Pantazis, D., dan Leahy, R. M. 2017. A Note on the Phase Locking Value and its Properties. *Journal Institutes Health of National*, Vol. 74. Juli 2013 : 11 -13.
- Boonyakitanont, P., Lek-uthai, A., Chomtho, K., dan Songsiri, J. 2019. *A Review of Feature Extraction and Performance Evaluation in Epileptic Seizure Detection Using EEG*. *Jurnal USA*.
- Castiglioni, P., Zurek, Sabastian., Piskorsi, Jaroslaw., Kosmider, M., Guzik, Przemyslaw., Ce, Emiliano., Rampichini, Susanna., dan Merati, G. 2013. *Assessing Sample Entropy of Physiological Signals by the Norm Component Matrix Algorithm: Application on Muscular Signals During Isometric Contraction*. *Jurnal IEEE*.
- Chintia, Nanda P., Wijayanti, Ida. A. S., dan Mahalini, Dewi. S. 2020. Hubungan Terapi Obat Antiepilepsi Terhadap Fungsi Kognitif pada Pasien Epilepsi Anak Di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Periode Maret 2016-November 2016. *Jurnal Medika Undayana*. **Vol.9 No.7. Juli 2020**.
- Djamal, E. C., dan Tjokronegoro, H. A. 2005. *Identifikasi dan Klasifikasi Sinyal EEG terhadap Rangsangan Suara dengan Ekstraksi Wavelet dan Spektral Daya*. *Jurnal Teknik Fisika ITB*.
- Djamal, E. C. 2016. *Deteksi Epilepsi dengan Sinyal EEG Menggunakan Autoregressive dan Adaptive Backpropagation*. Fakultas Teknik. Universitas Jendral Ahmad Yani. Semarang.

- Handayani, Nita. 2018. *Karakterisasi Citra Brain ECVT dan Sinyal EEG pada Penderita Mild Alzheimer's Disease Untuk Deteksi Dini Alzheimer*. (Desertasi). Jurusan Fisika. FMIPA. ITB. Bandung.
- Handayani, N., Akbar, Y., Arif, I., Khotimah, S. N., Haryanto, W. P., dan Turono. 2018. Analisis Spektral Entropy dan Kompleksitas Sinyal EEG pada Alzheimer's Disease. *Journal of Medical physics and Biophysics*, **Vol.5 No. 2. Agustus 2018** : 3 – 5.
- Hude, M. Darwis. 2006. *Emosi*. Jakarta: Erlangga.
- Jiang, George J. A., Fan, Shou-Zen., Abbod, F. M., Huang, H., Lan, J., Tsai, F., Chang, H., Yang, Y., Chuang, F., Chiu, Y., Jen, K., dan Wu, Jeng-Fu. 2015. *Sample Entropy Analysis of EEG Signals via Artificial Neural Networks to Model Patients' Consciousness Level Based on Anesthesiologists Experience*. Jurnal Hindawi.
- Joewana, M.D. Satya. 2003. *Gangguan Mental dan Perilaku Akibat Penggunaan Zat Psikoaktif Penyalahgunaan NAPZA/ Narkoba*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Kementrian Agama RI. 2011. *Alquran dan Tafsirnya*. Jakarta: Widya Cahya
- Lukas, Andre. Harsono. Dan Astuti. 2016. *Gangguan Kognitif pada Epilepsi*. Fakultas Kedokteran. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Mormann, F., Lehnertz, K., David, P., dan Elger, C. E. 2000. *Mean phase coherence as a measure for phase synchronization and its application to the EEG of epilepsy patients*. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 144(3), pp.358–369.
- Netter, F. H. 2006. *Atlas of Human Anatomy (4 ed.)*. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Parlindungan, R. 2008. *Analisis Waktu-Frekuensi (TFA) Gelombang EEG Naracoba pada Stimulasi Akupuntur GI*. (Tesis), Program Studi Magister Instrumentasi dan Kontrol, ITB: Bandung.
- Phung, Dinh Van. 2016. *Entropy Feature Extraction of EEG Signals for Automatic Person Identification*. (Desertasi), Universitas Canberra.
- Pradnyawati, Ni Putu. W., dan Sucandra, M. A. K. 2017. *Neurofisiologi*. Fakultas Kedokteran. Universitas Udayana. Bali.
- Sallo, Zoltan. G. 2018. *Measure of Regularity in Discrete Time Signals*. University of Tirgu Mures. Romania.
- Sanei, S., & Chambers, J. 2007. *EEG Signal Processing*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

- Schalk, G., & Mellinger, J. 2010. *A Practical Guide to Brain–Computer Interfacing with BCI2000*. London: Springer-Verlag.
- Schiller, P. 2012. *Start Smart: Building Brain Power in the Early Years*. Lewisville: Gryphon House.
- Seneviratne, Udaya, Cook, Mark J., dan D'souza, Wendyl J. 2017. Electroencephalography in the Diagnosis of Genetic Generalized epilepsy. *Jurnal Frontiers in Neurology*, **Vol. 8. September 2017** : 1 – 3.
- Setiaji, Adrian. 2014. *Pengaruh Penyuluhan Tentang Penyakit Epilepsi Anak Terhadap Pengetahuan Masyarakat Umum. (Karya Ilmiah)*. Jurusan Pendidikan Sarjana Kedokteran. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati
- Shorvon, G. S. 2000. *Handbook of Epilepsy Treatment*. London: Springer.
- Syafa'ati, S. M. N. R. 2018. *Fisiologi Pre Frontal Cerebrum Manusia Prespektif Alquran (Studi Sains Lafadz Na'iyah)*. (Tugas Akhir), Jurusan Ilmu Al-Qur'an dan Tafsir, Fakultas Ushuluddin dan Filsafat, UIN Sunan Ampel, Surabaya.
- Syakina, Luvina dan Hewari, Irawati. 2020. Pengaruh fungsi kognitif terhadap kualitas hidup orang dengan epilepsi pada Komunitas Peduli Epilepsi Indonesia di Depok periode November 2017 – Maret 2018. *Jurnal medical Tarumanegara*, **Vol.2 No.2 April 2010** : 1 – 3.
- Taufiq, Muhammad Izzuddin. 2006. *Panduan Lengkap dan Praktis Psikologi Islam*. Jakarta: Gema Insani.
- Teplan, M. 2002. *Fundamentals of EEG measurement*. Meas. Sci. Rev., **Vol.2 No.2**, pp. 1–11.
- Vera, Risa,. Dewi. Mas. A. R., dan Nursiah. 2014. *Sindrom Epilepsi Pada Anak. Fakultas Kedokteran. Universitas Sriwijaya*. Jurnal Politeknik Kesehatan Makasar, **Vol.46 No.1. Januari 2014** : 3 – 4.
- Zulianto, E. W., Djamal, E. C., dan Komarudin A. 2016. *Deteksi Epilepsi dari Sinyal EEG Menggunakan Autoregressive dan Adaptive Beckropzgiton*. Jurusan Informatika. FMIPA. Universitas Jendral Achmad Yani. Cimahi.
- Zhang, Dandan., Ding, Haiyan., Liu, Yunfeng., Zhou, Congle., Ding, Haishu., dan Ye, Datian. a sample entropy analysis of electroencephalogram. *Journal of Physiological Measurement*, **Vol.30. 2003** : 3 – 6.