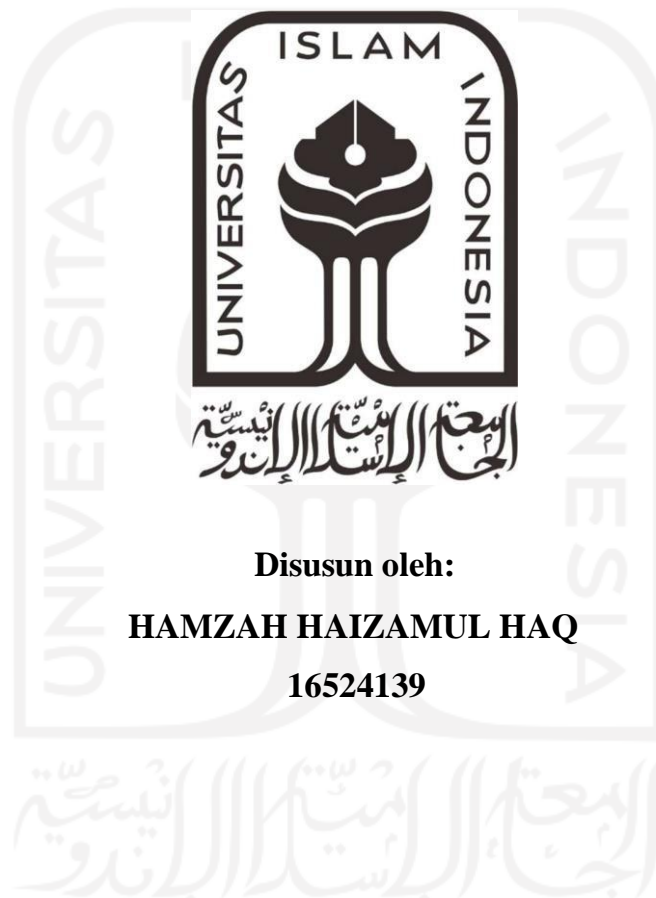


**Pemrosesan dan Analisis Sinyal Elektrogastrogram (EGG) pada  
Kondisi *Pre-* dan *Postprandial***

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S1



**Disusun oleh:**

**HAMZAH HAIZAMUL HAQ**

**16524139**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

# Pemrosesan dan Analisis Sinyal Elektrogastrogram (EGG) pada Kondisi *Pre-* dan *Postprandial*

### TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

**HAMZAH HAIZAMUL HAO**  
16524139

Yogyakarta, 25 JANUARI 2021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



**Alvin Sahroni S.T., M.Eng., Ph.D**  
NIP : 095240402

# LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

## Pemrosesan dan Analisis Sinyal Elektrogastrogram (EGG) pada Kondisi *Pre-* dan *Postprandial*

Dipersiapkan dan disusun oleh:  
**HAMZAH HAIZAMUL HAQ**  
16524139

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 10 Februari 2021

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Alvin Sahroni, ST., M.Eng., Ph.D., 

Anggota Penguji 1: Elvira Sukma Wahyuni, S. Pd., M.Eng., 

Anggota Penguji 2: Dr.Eng. Hendra Setiawan, ST., MT., 

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 10 Februari 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D

045240101

## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 29 Januari 2021

  
  
Hamzah Haizamul Haq



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh,

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang senantiasa melimpahkan rahmat serta karunia-NYA sehingga Laporan Akhir yang berjudul "Pemrosesan dan analisis sinyal Elektrogastrogram(EGG) pada kondisi *pre-* dan *postprandial*" sebagai salah satu persyaratan kelulusan sarjana dan mendapatkan gelar sarjana. Maka dari itu saya juga mengucapkan banyak terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu dan menyemangati saya saat dilakukannya penelitian ini:

1. Bapak Yusuf Aziz Amrullah S.T, M.Eng., Ph.D., selaku ketua jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Alvin Sahroni S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang banyak membantu dari ilmu, dorongan semangat, waktunya, arahan sampai saran, sehingga terselesaikan laporan skripsi ini.
3. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama penulis berada di jurusan teknik elektro.
4. Kedua Orang Tua penulis, Heri Purnomo S.Kes., M.Kes dan Sri Ani Handayani S.kes., M.kes. selaku keluarga yang telah memberikan semangat, do'a, dorongan dan biaya yang penulis habiskan semasa menjalani kuliah di Teknik Elektro Universitas IslamIndonesia, Yogyakarta.
5. Hilmy saiful' Allam, Al Rafli Setyawan, Ilham Rais, Rafi Prasetyo, Insyaul selaku teman satu bimbingan yang telah memberikan arahan, pengetahuan sehingga memperlancar laporan skripsi ini terselesaikan.
6. Alif Mulyana, selaku sahabat penulis yang selalu siap jika ada pertanyaan mengenai kesehatan untuk menunjang laporan skripsi ini.

## ARTI ISTILAH, LAMBANG, DAN SINGKATAN

Arti lambang dan singkatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

UII	= Universitas Islam Indonesia
EGG	= Elektrogastrogram
EKG	= Elektrokardiogram
EEG	= <i>Electroencephalography</i>
EMG	= <i>Electromyography</i>
EOG	= <i>Electrooculography</i>
BMI	= <i>Body Mass Index</i>
CPM	= <i>Cycles Per Minute</i>
FFT	= <i>Fast Fourier Transform</i>
F <sub>s</sub>	= Frekuensi <i>Sampling</i>
F <sub>c</sub>	= Frekuensi <i>Cut-off</i>
ICC	= <i>Interstitial Cajal</i>
<i>Gastrointestinal</i>	= Infeksi yang terjadi pada usus atau perut yang disebabkan oleh beberapa jenis virus
<i>Otonom Simpatik</i>	= Untuk dapat memacu kerja organ tubuh
<i>Parasimpatik</i>	= Penting untuk mengatur beberapa fungsi tubuh supaya tetap stabil
<i>Fundus</i>	= Puncak rahim
<i>Corpus</i>	= Jarak dari tulang kemaluan sampai puncak <i>uterus</i> yang diukur dalam sentimeter
<i>Reservoir</i>	= Manusia yang terinfeksi oleh patogen yang ada pada atau di dalam tubuh manusia
<i>Antrum</i>	= Istilah umum untuk rongga atau bilik
<i>Pilorus</i>	= Klep otot antara lambung dan usus halus
<i>Neuron Sensorik Vagal</i>	= Kulit bagian <i>posterior</i> yang tersambung dengan reflek batuk, muntah, pingsan
<i>Intramuscular</i>	= Pemberian obat
<i>Orad Region and Caudad Region</i>	= Area setengah atas lambung dan area setengah bawah lambung
<i>Receptive Relaxation</i>	= Penyimpanan Lambung mempertahankan makanan selama proses pencernaan
<i>Reflek Vagovagal</i>	= Refleks yang dihasilkan oleh karena adanya perangsangan terhadap <i>nervus</i> atau saraf <i>vagus</i>
<i>Esophagus</i>	= Merupakan saluran yang mengalirkan makanan dari mulut ke lambung
<i>Retropropulsi</i>	= Fleksi pendorong

<i>Bradygastric</i>	= Mengalami gangguan kelambatan irama gelombang lambat lambung
<i>Tachygastric</i>	= Mengalami gangguan Kecepatan irama gelombang lambat lambung
<i>Aritmia</i>	= Gabungan antara <i>bradygastric</i> dan <i>tachygastric</i>



## ABSTRAK

*Electrogastrography* (EGG) adalah teknik elektrofisiologi non-invasif yang merekam aktivitas listrik/sinyal lambung menggunakan alat penguat sinyal/*amplifier* agar pergerakan organ tubuh manusia dapat di deteksi. Teknik ini banyak digunakan dalam studi klinis dan metode ini sangat menarik banyak peneliti untuk mengetahui pergerakan organ tubuh ataupun interaksi lambung ke organ tubuh lainnya. Rumusan masalah penelitian ini yaitu ingin mengetahui apakah benar adanya perbedaan *power spectrum* sinyal EGG sebelum (*pre-*) dan setelah minum (*postprandial*) sehingga dapat mengetahui perbedaan dari kedua perlakuan tersebut. Perekaman data dilakukan selama 20 menit tiap kondisi dan total lama perekaman kurang lebih 40 menit. Subjek tidak diperbolehkan bergerak saat perekaman data karena sifat EGG yang sensitif terhadap pergerakan organ tubuh lainnya. Sinyal EGG yang telah direkam akan didekomposisi menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dan dilakukan analisis dirange frekuensi 0,03 – 0,07 Hz dengan metode analisis perbedaan *power spectrum* tiap subjek. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adanya perbedaan sinyal EGG *pre-* dan *postprandial*. Penelitian ini dilakukan pada 8 subjek, 5 subjek memiliki *power spectrum* lebih tinggi pada kondisi *postprandial* dibandingkan saat kondisi *preprandial*, dan 3 subjek memiliki *power spectrum* lebih tinggi saat kondisi *preprandial*nya dibandingkan setelahnya. Dari hal tersebut banyak faktor yang mendukung perubahan sinyal tersebut. Penelitian ini menyimpulkan bahwa gerak lambung dari data EGG saat perekaman menunjukkan bahwa perbedaan karakteristik dapat terjadi karena adanya pengaruh faktor BMI, metabolisme, dan emosi tiap-tiap subjek.

*Key word:* Elektrogastrogram (EGG), *power spectrum*, *pre-* and *post-prandial*.



# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Studi Literatur .....	3
2.2 Tinjauan Teori .....	4
2.2.1 <i>Gastric Motility</i> .....	4
2.2.2 Electrogastrogram (EGG) dan Cara Kerjanya.....	6
2.2.3 Domain Frekuensi EGG dan Cara Perhitungannya.....	8
BAB 3 METODOLOGI .....	9
3.1 Subjek Penelitian .....	9
3.2 Alat Rekam Data dan Spesifikasinya.....	9
3.3 Desain Eksperimen .....	11
3.4 Pra-Proses dan Ekstraksi Fitur.....	11
3.5 Metode Analisis .....	12

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	14
4.1 Demografi Subjek .....	14
4.2 Hasil Dari <i>Pre-processing</i> dan Ekstraksi Fitur .....	14
4.3 Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah di <i>Filter</i> .....	15
4.4 Perbandingan Data Hasil FFT .....	16
4.5 Korelasi <i>Power Spectrum</i> EGG dan Data Demografi Subjek .....	17
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	20
5.1 Kesimpulan .....	20
5.2 Saran .....	20
DAFTAR PUSTAKA .....	22



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fisiologis lambung (a) lambung, (b) saraf lambung [5] .....	4
Gambar 2.2 Tahapan peristaltik lambung [10] .....	5
Gambar 2.3 (a) Sinyal <i>raw data</i> , (b) Sinyal EGG lambung [5] .....	6
Gambar 2.4 Peletakan <i>electrode</i> sinyal EGG [14].....	8
Gambar 3.1 (a) MITSAR EEG-201 <i>amplifier</i> , (b) <i>Grass cup electrodes</i> [19] .....	10
Gambar 3.2 Peletakan <i>grass cup electrodes</i> pada permukaan kulit.....	10
Gambar 3.3 Kondisi pengambilan data .....	11
Gambar 3.4 Desain <i>filter</i> .....	12
Gambar 4.1 <i>Raw data</i> (kiri) dan <i>downsample</i> (kanan) .....	15
Gambar 4.2 (a) <i>filter</i> , (b) hasil FFT setelah di <i>filter</i> .....	16
Gambar 4.3 (a) <i>filter</i> , (b) hasil FFT setelah di <i>filter</i> .....	16
Gambar 4.4 (a) <i>filter</i> , (b) hasil FFT setelah di <i>filter</i> .....	17
Gambar 4.5(a) <i>filter</i> , (b) hasil FFT setelah di <i>filter</i> .....	17
Gambar 4.6 Sinyal <i>raw data</i> (kiri), Sinyal <i>raw data</i> setelah di <i>filter</i> (kanan) .....	18
Gambar 4.7 Sinyal hasil FFT <i>preprandial</i> (kanan), Sinyal hasil FFT <i>postprandial</i> (kiri) .....	18
Gambar 4.8 Perbedaan hasil FFT tiap subjek .....	19
Gambar 4.9 Hubungan persentase kenaikan <i>power spectrum</i> setelah minum dengan BMI.....	20
Gambar 4.10 Hasil <i>regresi linear</i> metabolisme.....	20
Gambar 4.11 Hasil <i>regresi linear</i> (a) emosi bahagia, (b) emosi cemas, (c) emosi gelisah,.....	21

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data BMI subjek .....	14
Tabel 4.2 Desain <i>filter</i> yang akan digunakan .....	15
Tabel 4.3 Hasil CPM tiap subjek .....	22



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem pencernaan pada manusia mempunyai peran penting dalam kebutuhan hidup. Saluran cerna berfungsi sebagai tempat untuk menyalurkan makanan, air dan elektrolit ke dalam tubuh secara terus-menerus. Dalam proses tersebut dibutuhkan adanya pergerakan atau motilitas otot yang mencampur dan mendorong maju isi saluran cerna. Selain itu, sekresi getah pencernaan makanan, absorpsi hasil cerna, air dan berbagai elektrolit, serta sirkulasi darah melalui organ-organ *gastrointestinal* untuk membawa zat-zat yang diabsorpsi juga menjadi hal utama pada sistem pencernaan [1].

*Motilitas* (pergerakan) saluran pencernaan, khususnya bagian lambung diregulasi oleh berbagai cabang saraf *otonom simpatik* ataupun *parasimpatik*. Pergerakan ini dipicu dengan adanya aktivitas listrik yang ditentukan oleh frekuensi gelombang lambat (*slow wave*). Aktivitas kelistrikan ini dapat dideteksi dengan berbagai metode pengukuran salah satunya adalah *Electrogastrogram* (EGG). Alat ini mampu mendeteksi frekuensi gelombang lambat yang terdapat pada *motilitas* lambung sehingga dapat mengetahui suatu ketidaknormalan pada *gastrointestinal* [2].

Perkembangan teknologi yang terjadi pada dunia kesehatan sangat pesat seiring berjalannya waktu. Elektrograstrogam telah mengalami peningkatan kualitas sejak ditemukannya pada tahun 1920. Alat tersebut mempunyai berbagai fungsi yang dapat membantu para dokter dan penelitian untuk mengetahui adanya ketidaknormalan pada sistem *gastrointestinal*. Walaupun alat ini tidak dapat menjadi acuan yang mutlak untuk menegakkan suatu penyakit, namun EGG dapat menguatkan hasil diagnosa penyakit dengan mengetahui kontraksi pada otot saluran cerna [3]. Keakuratan alat ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti, waktu perekaman, banyaknya sampel, dan karakteristik subjek. Pada suatu penelitian di Oklahoma, didapatkan data bahwa usia dan jenis kelamin tidak mempengaruhi hasil yang dikeluarkan oleh EGG [4].

Sejauh ini, informasi mengenai pengukuran EGG dan studinya di Indonesia sangat jarang dilakukan, maka dari itu penelitian ini dilakukan guna menambah referensi penggunaan EGG yang dapat digunakan para pelajar di Indonesia. Penelitian ini melakukan perekaman pada subjek dengan kondisi *preprandial* yaitu kondisi dimana subjek tidak ada makanan atau minuman yang masuk ke lambung selama 3 jam sebelum perekaman dimulai dan *postprandial* yaitu dimana subjek meminum air dengan kondisi perut kembung. Hipotesis peneliti ini bahwa sinyal EGG *postprandial* akan lebih besar *power spectrumnya* dibandingkan dengan *preprandial* karena adanya *motilitas* lambung yang meningkat akibat diberikan minuman. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan guna mengkonfirmasi

dan memberikan pembelajaran di Indonesia apakah benar adanya perbedaan sinyal EGG pada kondisi *pre-* dan *postprandial* menggunakan teknis yang sangat dasar.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, maka didapatkan rumusan masalah penelitian ini:

1. Desain *filter* seperti apakah untuk mendapatkan sinyal EGG?
2. Apakah terdapat perbedaan *power spectrum* sinyal EGG pada frekuensi 0,03 – 0,07 saat *pre-* dan *postprandial*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat untuk menghindari kesalahan dan lebih terarah saat pengambilan data. Berikut adalah batasan masalah penelitian ini:

1. Hanya mengkaji perbedaan pada domain frekuensi.
2. Subjek diambil hanya berada di domisili Yogyakarta.
3. Pengambilan data berada di Laboratorium Biomedis Fakultas Teknologi Industri UII

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Membuat desain *filter* untuk mendapatkan sinyal EGG.
2. Mengetahui benar adanya perbedaan *power spectrum* sinyal pada frekuensi 0.03 – 0.07 Hz (perut) saat *pre-* dan *postprandial*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Untuk memberikan informasi kepada masyarakat Indonesia tentang pembelajaran sinyal EGG dan untuk mengembangkan materi pemrosesan sinyal dalam bidang biomedis di Indonesia dimasa yang akan datang.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Penelitian sinyal EGG yang dilakukan oleh Catherine Tallon-Baudry, Ignacio Rebollo, Nicolai Wolpert pada tahun 2020 untuk mengetahui pergerakan lambung. Mereka melakukan penelitian menggunakan 117 subjek sehat yang terdiri dari 52 pria dan 65 perempuan dengan keadaan tidak makan dan minum selama (<5 jam) dan berkepanjangan (<10 jam). Subjek saat Perekaman EGG menggunakan *electrode cutaneous* yang ditempelkan dipermukaan kulit perut dengan menggunakan jaringan bilateral 19 *electrode* EGG (17 aktif, 1 *reference*, 1 *ground*). Saat perekaman posisi subjek ada 3 keadaan berdiri, berbaring dan setengah duduk, kemudian tidak diperkenankan untuk melakukan pergerakan saat perekaman dimulai [5]. Dari penelitian dapat diketahui pada saat perekaman subjek tidak diperbolehkan untuk bergerak karena akan menimbulkan *noise* yang dapat mempengaruhi sinyal EGG.

Pada tahun 1991, Chen dkk, sudah melakukan penelitian yang serupa. Pada penelitian tersebut, dilakukan terhadap 10 orang subjek dengan ketentuan tidak memiliki sejarah penyakit terkait pencernaan sebelumnya. Subjek juga diminta untuk berpuasa 6 jam sebelum perekamandata dilakukan. Perekaman data dilakukan selama 20 menit pada masing-masing kondisi *preprandial* dan setelah meminum air. Air yang diberikan kepada subjek adalah sebanyak 140 ml pada masing-masing subjek. Hasil yang didapati dari penelitian tersebut, bahwa pada kondisi setelah meminum air, frekuensi dari sinyal EGG yang direkam mengalami penurunan pada 8 dari 10 subjek yang direkam dibandingkan dengan kondisi *preprandial*. Sebaliknya, untuk *power* dari sinyal hasil perekamannya mengalami kenaikan pada 9 dari 10 subjek yang diteliti [6]. Dari penelitian tersebut dapat diketahui perekaman sinyal EGG selama 20 menit sebelum atau setelah minum.

Murugesen dkk, juga telah melakukan investigasi serupa pada tahun 2020. Penelitian dilakukan terhadap 11 subjek dalam kondisi sehat. Perekaman data dilakukan selama 30 menit pada masing-masing kondisi sebelum dan setelah meminum air. Pada kondisi setelah meminum air, subjek diminta meminum air sebanyak 500 ml terlebih dahulu. Setelah penelitian selesai dilakukan, didapati bahwasannya nilai rata-rata dari *power ratio* pada kondisi sebelum dan setelah meminum air memiliki nilai yang sama. Namun, untuk rata-rata nilai frekuensi sinyal EGGnya mengalami kenaikan pada kondisi setelah meminum air [7]. Dari penelitian tersebut dapat diketahui subjek diperintahkan untuk melakukan 2 kondisi, sebelum minum dan setelah minum.

Penelitian yang dilakukan Fujihira K *et al*, 2020 menguji pengaruh air yang dikonsumsi sebelum makan untuk mengetahui apakah ada perubahan kontraksi lambung. Namun, penelitian tersebut menggunakan *Ultrasound Imaging Systems* dalam metode pengukuran kontraksi lambungnya. Hasil yang didapat pada penelitian tersebut adanya peningkatan kontraksi (*motilitas*) lambung saat subjek diberikan 600mL. Dari penelitian tersebut dapat diketahui subjek diberikan minum air untuk mengetahui apakah benar adanya perubahan *motilitas* lambung [8]. Dari penelitian tersebut maka dapat diketahui uji pengukuran kontraksi lambung bisa menggunakan air mineral.

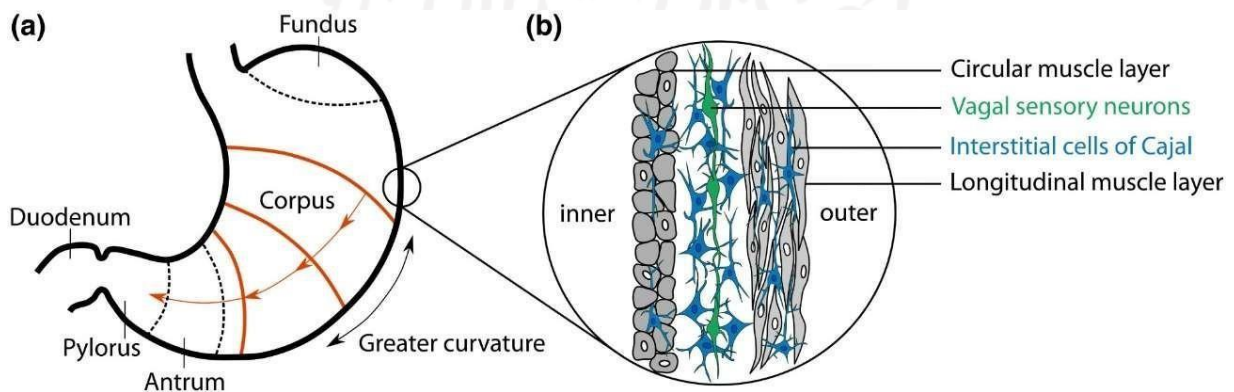
Michael P. Jones, Seth Hoffman, Dhiren Shah, Ketan Patel, and Christine C. Ebert, melakukan penelitian “*The water load test*” untuk menguji pergerakan pada lambung. Namun, penelitian ini melakukan uji terhadap subjek dilakukan dengan meminta subjek meminum air keran suhu kamar selama 5 menit sampai mencapai titik kenyang [9]. Dari penelitian tersebut dapat diketahui memberikan uji pergerakan lambung bisa memberikan kondisi meminum air hingga kenyang kepada subjek.

## 2.2 Tinjauan Teori

Ada beberapa teori yang digunakan saat penelitian ini dilakukan dibagi sub-bab dibawah ini.

### 2.2.1 Gastric Motility

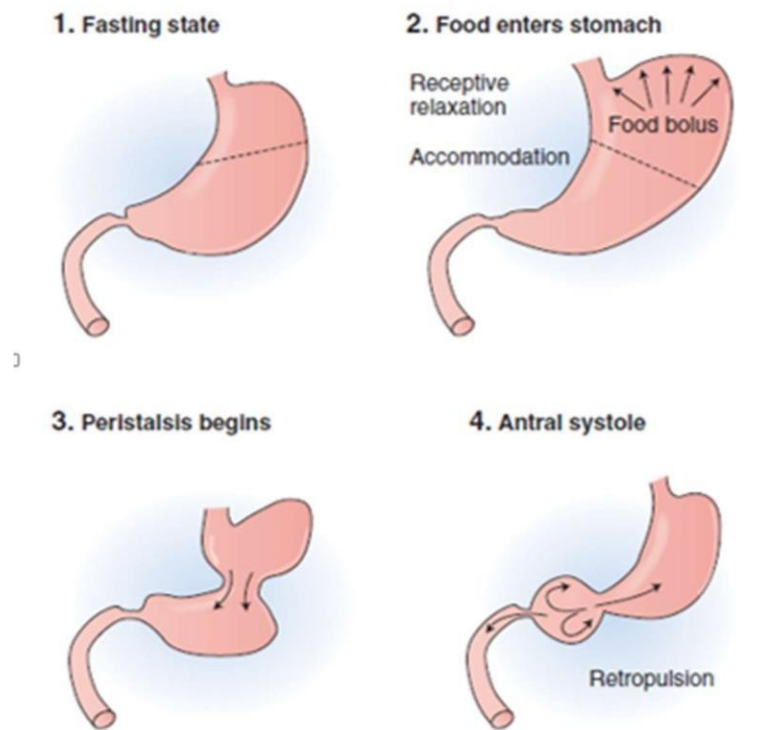
Lambung adalah organ tubuh yang berada didekat usus 12 jari, dimana benda padat / cair yang masuk kedalam mulut akan dilanjutkan ke lambung yang nantinya akan diproses sehingga dapat dicerna oleh tubuh manusia. Lambung proksimal terdiri dari *fundus* (bagian melengkung atas) dan *corpus* (atau tubuh, bagian tengah utama perut), yang bertindak sebagai *reservoir* dan mengontrol tekanan intragastrik. Perut distal terdiri dari bagian bawah *corpus*, *antrum*, dan *pylorus*, dan bertanggung jawab untuk pencampuran, penggilingan, dan pengosongan makanan padat



Gambar 2.1 Fisiologis lambung (a) lambung, (b) saraf lambung [5]



Gambar 2.1 menunjukkan fisiologis gerakan lambat lambung jika ada yang masuk kedalam lambung. (a) Daerah anatomis lambung, dengan divisi utama menjadi *fundus*, *corpus*, dan *antrum*. Irama lambung berasal dari daerah alat pacu jantung (oranye) di dekat kelengkungan *corpus* tengah / atas yang lebih besar. Dari sini, ia memasukkan sel alat pacu jantung lainnya, menghasilkan cincin perjalanan dari muka gelombang listrik ke arah *antrum* (b) Sel *Interstitial Cajal* (ICC, biru) adalah generator ritme lambung. Bagian-bagian tersebut berbaring di dinding perut, di antara dan di dalam lapisan otot melingkar dan membujur. Lapisan otot miring tipis tambahan yang terletak di bagian perut paling dalam, berdekatan dengan lapisan melingkar, tidak ditampilkan di sini. Aktivitas listrik alat pacu jantung diteruskan ke seluruh jaringan ICC dan juga secara pasif dilakukan ke dalam sel otot yang digabungkan. ICC membuat kontak seperti sinapsis dengan *neuron sensorik vagal*. disajikan dalam warna hijau, dalam struktur yang dikenal sebagai susunan *intramuscular*, yang dapat mendeteksi perubahan mekanis pada otot polos [5].



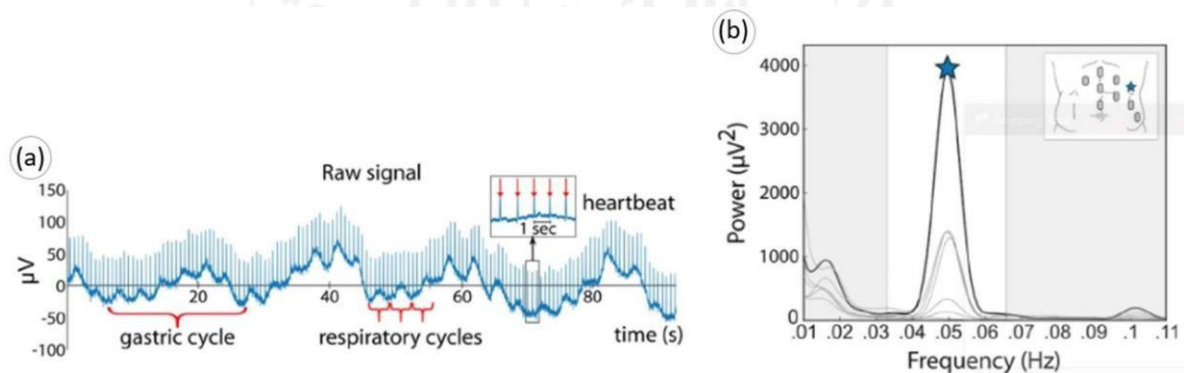
Gambar 2.2 Tahapan peristaltik lambung [10]

Memahami sistem *gastric motility* diawali dengan mengetahui daerah lambung yang terbagi menjadi 2, *orad region* dan *caudad region*. *Orad region* merupakan area setengah atas lambung yang terdiri dari *fundus* dan *proximal* dari lambung, yang berfungsi untuk menerima makanan/minuman dari *esofagus*. Sedangkan *caudad region* merupakan area setengah bawah yang terdiri dari *antrum* dan bagian distal dari lambung, yang berfungsi mencampur dan mengaduk makanan/minuman serta mendorongnya ke usus halus.

*Gastric motility* terbagi menjadi 4 tahapan seperti pada gambar 2.2. Tahap pertama kondisi lambung dalam keadaan kosong sebelum waktu makan. Setelah itu terjadi proses *receptive relaxation*, dimana makanan/minuman memasuki lambung dan terjadi distensi, reflek *vagovagal* yang terjadi disebabkan karena relaksasi *region orad* pada lambung sehingga menyebabkan makanan/minuman dapat tercerna nantinya. Tahap kedua, terjadi relaksasi reseptif pada lambung bagian proksimal yang memudahkan makanan masuk dari *esophagus* ke area lambung. Akomodasi adalah proses relaksasi otot lambung yang terjadi secara progresif untuk mencegah peningkatan tekanan intragastrik selama makan. Tahap ketiga, gerakan peristaltik mulai ke arah tengah lambung, pada tahap ini terdapat proses *mixing and digestion*, hal ini terjadi pada *caudad region* dan terdiri dari 2 gelombang yaitu gelombang lambat peristaltik lambung, gelombang ini diatur oleh ritme listrik dasar dan terjadi setiap 3–5 menit. Fungsinya untuk mencampur sekresi lambung dan makanan menjadi satu dan mempunyai daya dorong yang lemah. Kemudian gelombang kuat peristaltik lambung, hal ini menyebabkan kontraksi *antrum* distal, sehingga ketika gelombang peristaltik yang lemah mendorong makanan menuju antrum distal, gelombang pembatas listrik menyebabkannya didorong kembali (*retropropulsi*) sehingga mencampur makanan dalam prosesnya. Tahap empat, *Antral asystole* adalah gerakan peristaltik yang sangat kuat pada bagian distal (bawah) lambung. *Retropulsion* adalah dorongan pada makanan yang sangat kuat akibat dari *sfincter pilorus* yang tertutup [10].

### 2.2.2 Electrogastrogram (EGG) dan Cara Kerjanya

EGG adalah teknik perekaman aktifitas *myoelectric* pada perut yang menggunakan elektrode kulit di atas permukaan kulit perut, sinyal yang ditangkap saat perekaman disebut elektrogastrogram [2]. Sinyal EGG berbentuk seperti sinyal EKG [11] dan sinyal EGG yang akan diteliti akan muncul di *range* frekuensi 0,03 – 0,07 Hz karena pada frekuensi tersebut dimiliki oleh frekuensi sinyal lambat lambung [12].



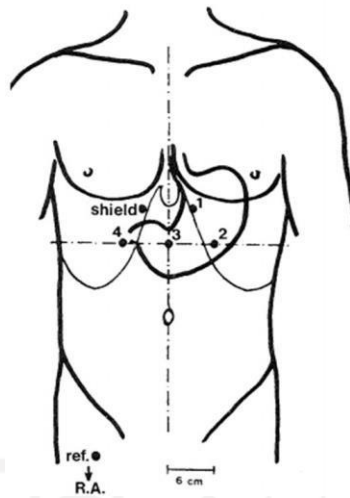
Gambar 2.3 (a) Sinyal *raw data*, (b) Sinyal EGG lambung [5]

Gambar 2.3 menunjukkan sinyal EGG dari bentuk sinyal *rawdata* dan sinyal EGG yang akan meningkat *powerspectrumnya* di antara frekuensi 0,03 – 0,07 Hz. Sinyal electrogastrogram memiliki frekuensi gelombang lambat lambung; kisaran normal adalah  $2 \pm 4$  cpm. Kekuatan dominan - amplitudo dan keteraturan EGG (aktivitas kontraktile terkait dengan perubahan relatifnya). Hanya perubahan relatif dari kekuatan dominan yang digunakan karena nilai absolutnya dikaitkan dengan banyak faktor yang tidak dapat dikontrol, seperti ketebalan dinding perut, lokasi perut yang akurat. Adapun aktifitas gerak lambung tidak teratur biasa disebut gangguan irama jantung yang dapat disebabkan oleh gangguan pembentukan impuls atau penghantaran impuls [13] seperti *bradygastria* dimana mengalami kelambatan irama gelombang lambat lambung (puncak dominan dalam kisaran 0,5 hingga 2,0-cpm), *tachygastria* dimana mengalami kecepatan irama gelombang lambat lambung (puncak dominan dalam kisaran 4,0 hingga 9,0-cpm), dan *aritmia* gabungan antara *bradygastria* dan *tachygastria* (tidak ada puncak dominan yang diamati pada kisaran 0,5 hingga 9,0-cpm) [4].

Perekaman elektrogastrogram mempunyai beberapa prosedur yang cukup penting agar hasil yang diberikan dapat optimal, subjek penelitian tidak diperbolehkan adanya pergerakan saat melakukan pengambilan data karena sifat dari alat EGG sangatlah sensitif terhadap gerakan organ lainnya. Selain itu penempatan elektrode, posisi subjek, durasi perekaman, dan protokol pengistirahatan perekaman menjadi hal yang harus diperhatikan.

Selain itu, beberapa kelemahan pada alat ini dapat ditemukan, seperti amplitudo yang direkam gelombang lambat EGG cukup rendah, berkisar 50-500  $\mu$ V, jika dibandingkan dengan elektrisitas otot jantung. Kemudian kondisi ruang perut yang cukup banyak membuat suara atau getaran seperti detak jantung, pernapasan, hingga pergerakan posisi tubuh. Tetapi hal tersebut saat ini dapat teratasi dengan adanya *rhythm cut-off* dengan *memfilter noise* yang dikeluarkan oleh organ lain, sehingga standarisasi data yang dihasilkan dapat mendeteksi gelombang frekuensi yang dihasilkan lambung.

Gambar 2.4 adalah peletakan alat yang digunakan untuk mendapatkan sinyal yang bagus adalah dengan cara mencari bagian tubuh yang peka atau bergerak sesuai dengan kebutuhan perekaman. Jika penelitian elektrogastrogram berarti akan meneliti bagian perut maka standar peletakan perekaman data EGG menggunakan *electrode* yang melekat pada permukaan perut karena disitu rasio kepekaan dan terdeteksi banyak pergerakan organ perut [14].



Gambar 2.4 Peletakan *electrode* sinyal EGG [14]

### 2.2.3 Domain Frekuensi EGG dan Cara Perhitungannya

Domain frekuensi sinyal EGG pada gerak lambat lambung ada di 0,03 – 0,07 Hz [12]. Untuk mendapatkan sinyal EGG dilakukan *filter* untuk mencapai 0,03 – 0,07 Hz, namun akan sangat sulit mencapai desain *filter* tersebut. Langkah untuk mendapatkan *filter* dibawah 0,1 Hz adalah dengan melakukan *downsample raw* data hingga mendapatkan minimal frekuensi *sample* ( $F_s$ ) yang lebih rendah. Hal ini akan memudahkan *filter* mencapai frekuensi 0,03 – 0,07 Hz. Setelah mendapatkannya dilakukan FFT sehingga dapat dilihat sinyal EGG yang terbentuk dari hasil perekaman tiap subjek. Melakukan *downsample* banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya seperti yang dilakukan oleh J Gastroenterol Hepatol Res. 2013, penelitian ini mempunyai frekuensi sampel 256 Hz kemudian melakukan *downsample* ke 30 Hz guna mendapatkan sinyal EGG dan EMG yang diinginkan [15].

## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini terdiri dari 8 subjek yang dipilih berdasarkan kriteria yang telah dibuat. Pertama, subjek hanya dilakukan terhadap laki-laki/pria, hal ini dikarenakan saat pengambilan data kabel dan sensor elektrode akan diletakan pada bagian permukaan kulit perut dan dada. Kedua, umur subjek hanya berkisar antara 18-25 tahun, hal ini dikarenakan subjek yang diambil hanya diambil subjek mahasiswa. Ketiga, subjek memiliki kondisi tubuh sedang tidak sakit penyakit dalam seperti demam, batuk, maag, jantung, atau penyakit lambung lainnya. Keempat, subjek tidak mengkonsumsi minuman ataupun makanan 3 jam sebelum pengambilan data [16].

Pada penelitian ini juga menggunakan korelasi jumlah nilai *power spectrum* dengan air mineral yang diminum tiap subjek, emosi, BMI dan metabolisme. Hal ini dilakukan guna mengetahui apakah ada pengaruh terhadap 4 permasalahan tersebut. Untuk mendapatkan nilai emosi tiap subjek dilakukan menggunakan quisioner yang nantinya subjek akan mengisi pada google form setelah dilakukan perekaman data. Kemudian untuk mendapatkan nilai BMI menggunakan rumus [17] :

$$\text{IMT (Index Massa Tubuh)} = \frac{\text{Berat Badan (BB)}}{\text{Tinggi Badan (TB)} \times \text{Tinggi Badan (TB)}} \quad (3.1)$$

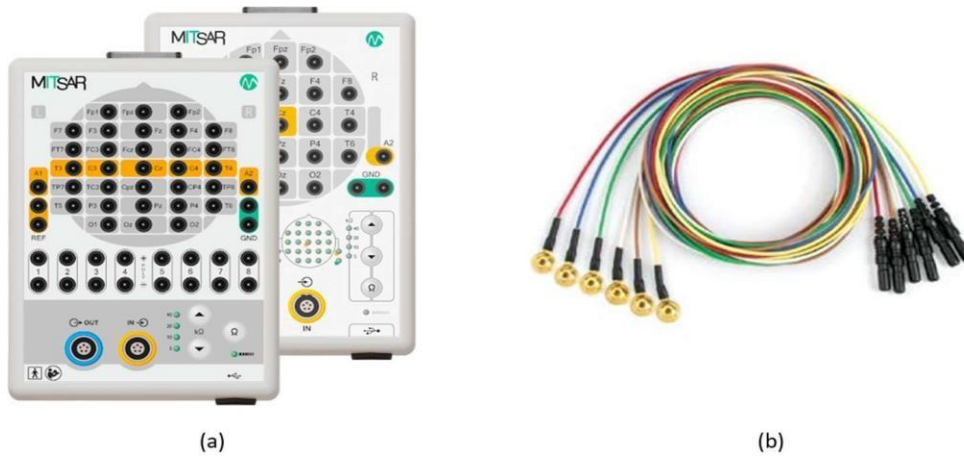
Dan untuk mendapatkan nilai metabolisme tiap subjek menggunakan rumus Harris Benedict (1919) [18] :

- Laki-laki =  $66 + (13,7 \times \text{BB}) + (5 \times \text{TB}) - (6,8 \times \text{U})$
  - Perempuan =  $655 + (9,6 \times \text{BB}) + (1,8 \times \text{TB}) - (4,7 \times \text{U})$
- (3.2)

Keterangan : BB = Berat Badan, TB = Tinggi Badan dan U = Usia.

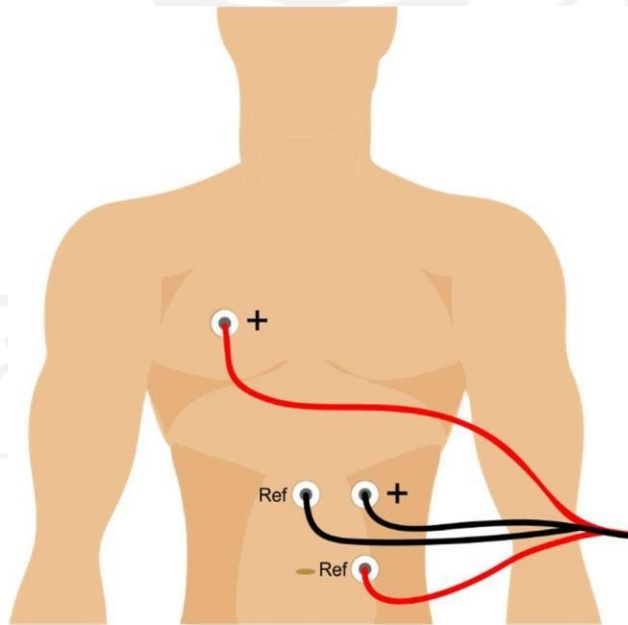
#### 3.2 Alat Rekam Data dan Spesifikasinya

Gambar 3.1 adalah alat yang digunakan saat penelitian ini menggunakan MITSAR EEG-201 *amplifier*, 4 *grass cup electrodes*, dan 2 laptop. Alat MITSAR ini dapat merekam data EEG, EKG, EMG, EGG, dan EOG. Namun, penelitian ini dilakukan hanya ingin merekam sinyal EKG dan EGG saja.



Gambar 3.1 (a) MITSAR EEG-201 amplifier, (b) Grass cup electrodes [19]

Kemudian untuk mendapatkan sinyal organ tubuh dibantu dengan *grass cup electrodes* yang nantinya diberikan *electrode cream* untuk dapat menangkap sinyal pada tubuh. Pada saat perekaman disediakan 2 laptop, pertama digunakan untuk memberikan film kepada subjek agar saat lamanya perekaman subjek tidak tertidur atau bosan. Kedua untuk penyambung/pembacaan sinyal EKG dan EGG saat perekaman menggunakan MITSAR EEG-201 dengan aplikasi EEG Studio. Data perekaman menggunakan frekuensi *sampling* 250 Hz.



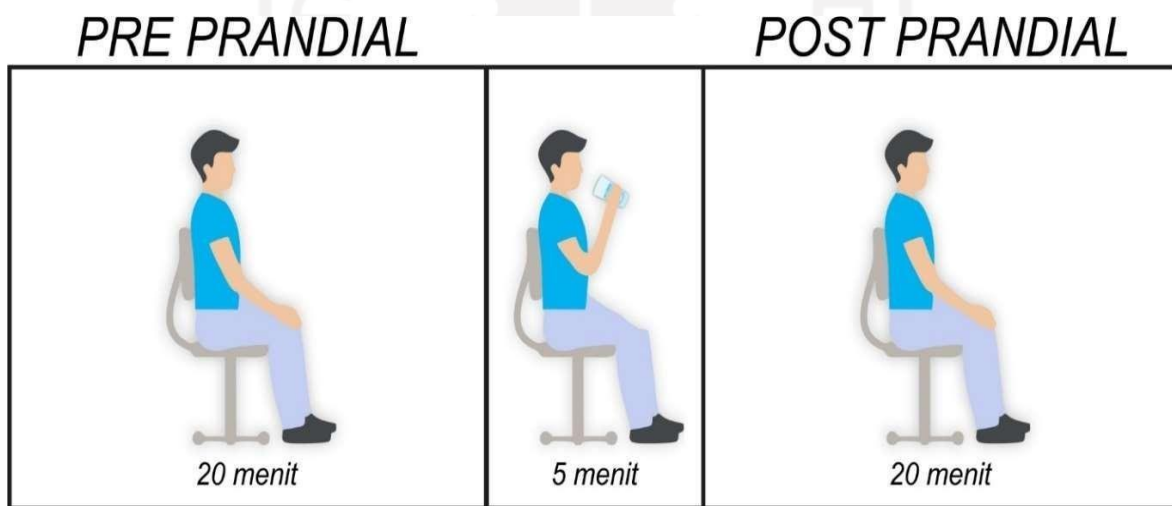
Gambar 3.2 Peletakan *grass cup electrodes* pada permukaan kulit

Sinyal EGG didapatkan setelah melakukan perekaman, pada gambar 3.2 alat yang digunakan untuk melakukan perekaman adalah *poly channels* pada MITSAR dengan *channel* A0 (kabelmerah) dan A1 (kabel hitam). *Channel* A0+ diletakan pada bagian permukaan kulit bagian dada kanan, sedangkan A0 referensi diletakan pada bagian permukaan kulit disamping kiri pusar subjek

3 cm dan *channel* A1 referensi diletakkan pada bagian permukaan kulit diatas pusar sejauh 3cm, sedangkan A1+ diletakkan pada bagian permukaan kulit disamping kiri A1 referensi 3 cm. Durasi perekaman dilakukan selama 20 menit.

### 3.3 Desain Eksperimen

Penelitian ini dilakukan diruangan tertutup dengan menggunakan bantuan alat MITSAR. Pengambilan data terhadap 8 subjek dilakukan dengan 2 kondisi seperti pada gambar 3.3. Kondisi pertama diambil selama 20 menit dengan kondisi 3 jam sebelumnya tidak mengkonsumsi apapun, posisi subjek duduk santai di depan layar laptop sambil menonton film yang diinginkan subjek guna subjek tidak bosan saat pengambilan data karena proses pengambilan data yang cukup lama. Kondisi kedua diberikan 2 gelas air putih ukuran 200 ml untuk diminum sampai perut terasa kenyang atau penuh, kemudian setelah subjek sudah selesai minum maka akan diambil datanya kembali selama 20 menit.



Gambar 3.3 Kondisi pengambilan data

### 3.4 Pra-Proses dan Ekstraksi Fitur

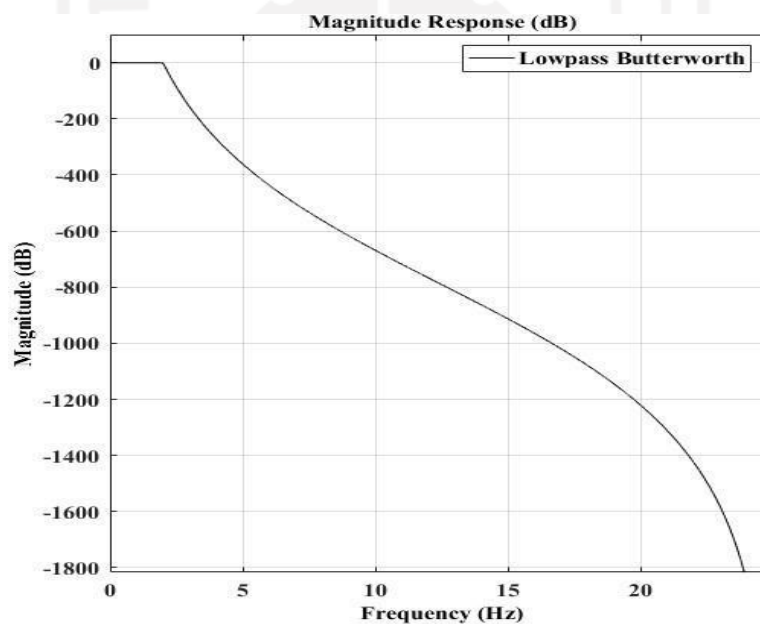
Saat pengambilan data sudah selesai, data tidak langsung digunakan sebagai hasil namun diolah terlebih dahulu menggunakan aplikasi MATLAB. Sinyal EGG yang didapatkan dari perekaman diolah pada saat setelah pengambilan data subjek, kemudian dianalisis dengan melihat perbedaan *raw data*, dan *power spectrum* sinyal EGG dalam domain frekuensi. Tiap subjek akan dibandingkan data sebelum dan setelah minum apakah ada perbedaan *power spectrum*nya atau tidak.

Untuk langkah awal akan dilakukan pembacaan *raw data* menggunakan *software EEG Studio* yang diperoleh dari perekaman. Sinyal yang akan di analisis adalah sinyal EGG namun, yang

didapatkan pada penelitian ini ada 2 yaitu sinyal EKG dan EGG, sinyal EKG direkam karena untuk mengkonfirmasi apakah bentuk sinyalnya EGG sudah mirip dengan sinyal EKG. Jika sudah mirip maka hal ini menunjukkan data EGG dapat direkam. Setelah itu, *raw data* sinyal EGG dapat langsung dilakukan pemfilteran guna menghilangkan *noise* yang ada di *raw data* seperti, sinyal PLN, pernafasan, dan sinyal EKG menggunakan *software* MATLAB.

Namun sebelum dilakukan pemfilteran, *raw data* sinyal EGG memiliki frekuensi *sampling* 250 Hz maka akan dilakukan *downsample* ke frekuensi *sampling* 50 Hz, hal ini dilakukan agar sinyal EGG dapat lebih mudah diekstraksi karena mengingat sinyal gerak lambat lambung sangat kecil yaitu di *range* frekuensi 0,03 – 0,07 Hz. Setelah dilakukan *downsample* maka akan dilakukan *filter* pada penelitian ini dengan menggunakan *tools* yang telah ada di MATLAB yaitu *fdatool*.

Pada gambar 3.4 desain *filter* yang digunakan ini adalah *lowpass filter* dengan metode *Butterworth* yang akan memfilter sinyal pada frekuensi 2 Hz dengan *specify order* 44. Namun, saat perancangan akan diberikan beberapa opsi desain *filter* lainnya, sedangkan pada gambar 3.4 hanya menunjukkan sebagai contoh desain *filter*nya.



Gambar 3.4 Desain *filter*

### 3.5 Metode Analisis

Parameter yang digunakan untuk melakukan analisis adalah perbedaan *power spectrum* tiap subjek diantara domain frekuensi 0,03 – 0,07 Hz. Analisis domain frekuensi prosesnya akan membutuhkan *filter* dan *downsample*. Setelah diketahui maka akan dilakukan uji korelasi yang kemudian dilakukan regresi linear guna dapat melihat hubungan antara kenaikan *power spectrum* terhadap BMI, metabolisme, dan emosi tiap subjek. Adapun pengujian untuk mendapatkan nilai



emosi tiap subjek hanya menggunakan evaluasi subjektif saja dengan membagikan kuesioner setelah perekaman sinyal EGG karena saat penelitian berlangsung hanya itu yang dilakukan.

Persamaan yang digunakan saat uji korelasi.

$$y = a + (bx)$$

(3.3)

Perhitungan uji korelasi ini yang akan digunakan. Hal ini dilakukan sesuai dengan penelitian sebelumnya [20]. Magnitudo pada sinyal domain frekuensi menunjukkan tinggi rendahnya sinyal yang diterima [21] magnitudo adalah tinggi atau besarnya nilai tiap frekuensinya pada grafik.

Pada penelitian ini, frekuensi berada di 0,03 – 0,07 Hz (gerak lambat lambung) yang nantinya akan dihitung nilai *power spectrum*nya. Hal ini akan menunjukkan representasi dari kerja lambung, semakin tinggi *power spectrum*nya maka kerja lambung meningkat begitu pun sebaliknya jika semakin rendah *power spectrum*nya maka kerja lambung menurun.

Motode analisis pada penelitian ini juga menggunakan korelasi jumlah nilai *power spectrum* dengan BMI, metabolisme, dan emosi tiap subjek untuk mendukung hasil dari sinyal EGG. Jika data hasil korelasi kenaikan *power spectrum* terhadap BMI, metabolisme, dan emosi sudah didapatkan maka akan diketahui nilai korelasi (R) pada masing-masing karakterisasinya.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Demografi Subjek

Dalam penelitian ini terdapat 8 subjek.

Tabel 4.1 Data BMI subjek

no	subjek	BMI	Metabolisme	Penyakit maag	Minum (ml)
1	subjek 1	29,1 ( <i>Obese</i> )	1886,45	Tidak ada	400 ml
2	subjek 2	19 ( <i>healthy</i> )	1474,942	Tidak ada	200 ml
3	subjek 3	23,4 ( <i>over-weight</i> )	1653,902	Tidak ada	200 ml
4	subjek 4	14,8 ( <i>Under-weight</i> )	1194,404	Tidak ada	200 ml
5	subjek 5	20,7 ( <i>healthy</i> )	1564,922	Tidak ada	300 ml
6	subjek 6	22,9 ( <i>healthy</i> )	1622,309	Tidak ada	400 ml
7	subjek 7	22 ( <i>healthy</i> )	1559,123	Tidak ada	400 ml
8	subjek 8	23,9 ( <i>over-weight</i> )	1817,666	Tidak ada	400 ml

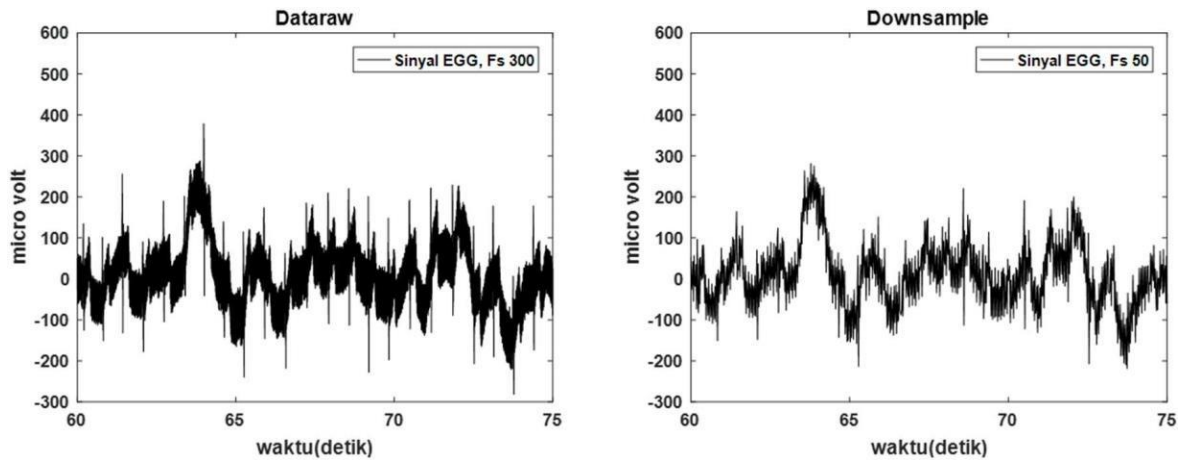
Dari tabel 4.1 didapatkan bahwa ada 4 subjek memiliki BMI normal/*healthy*, 2 subjek *over-weight*, 1 subjek *under-weight*, dan 1 subjek *obese*. Setelah itu penelitian ini juga mencari tahu riwayat penyakit maag pada tiap subjek agar saat perekaman dimulai tidak ada gangguan pada organ tubuh, terkhusus pada penyakit lambung yang dapat mempengaruhi sinyal saat perekaman. Setelah itu, data metabolisme tiap subjek, diketahui metabolisme tiap subjek berbeda-beda, metabolisme tertinggi pada subjek 1 yaitu bernilai 1886,45 dan terendah pada subjek 4 bernilai 1194,404. Semua subjek diketahui dalam kondisi sehat maka dilakukan perekaman.

Adapun saat perekaman data subjek diberikan 2 gelas air mineral ukuran 200 ml. Diketahui dari tabel 4.1 terdapat 3 subjek meminum air mineral hingga kenyang 200 ml, 4 subjek 400 ml, dan 1 subjek 300 ml. Sehingga bisa dikatakan tiap subjek kondisi kenyang meminum air mineral pun berbeda-beda.

#### 4.2 Hasil Dari *Pre-processing* dan Ekstraksi Fitur

*Raw* data EGG menunjukkan bahwa ada perbedaan saat subjek belum diberikan minum dan saat subjek diberikan minum. Namun dikarenakan signal EGG berada di *range* frekuensi 0,03 – 0,07 Hz maka dilakukan *downsample* dari frekuensi *sampling* 300 Hz ke frekuensi 50 Hz, hal ini diharapkan dapat mempermudah melihat sinyal EGG yang muncul di antara frekuensi 0,03 – 0,07 Hz.

Pada gambar 4.1 menampilkan bentuk *raw data* (kiri) dan *downsample* (kanan), jika dilihat secara gambar bentuk sinyal EGG setelah di lakukan *downsample* hingga memiliki frekuensi *sampling* 50 Hz berkurang kerapatannya yang tadinya lebih rapat pada bentuk sinyal *raw data*. Berarti hal ini menjelaskan *sample* datanya berkurang sehingga menimbulkan hasil seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Raw data*(kiri) dan *downsample*(kanan)

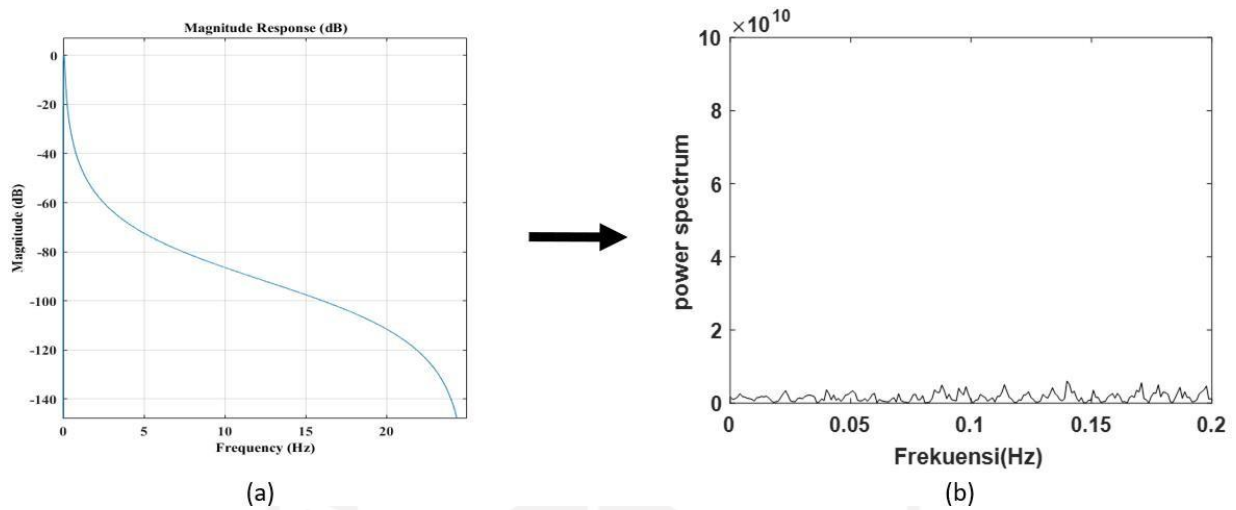
### 4.3 Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah di *Filter*

Sinyal *raw data* banyak mengandung *noise* yang berasal dari sinyal PLN, pernafasan dan sinyal jantung, maka dilakukan *filter* guna menghilangkan *noise* agar bisa dilihat sinyal EGG yang sebenarnya, berikut sinyal *raw data* sebelum dan sesudah di *filter*. Untuk mendapatkan *filter* yang sesuai sehingga dapat muncul sinyal EGG di *range* frekuensi 0,03 – 0,07 Hz. maka dilakukan berbagai *filter* sebagai berikut:

Tabel 4.2 Desain *filter* yang akan digunakan

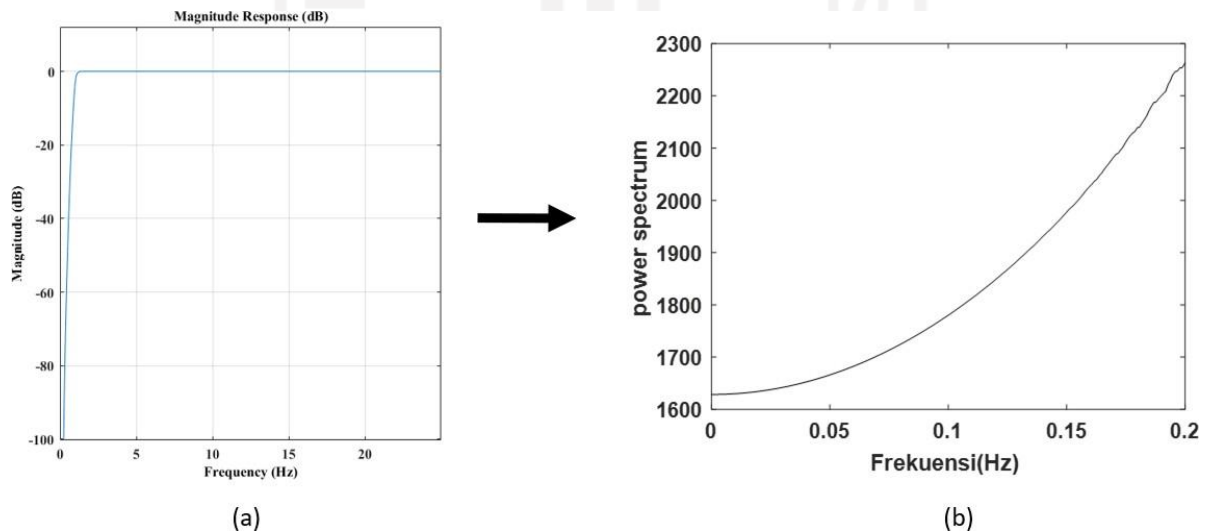
No.	Desain <i>Filter</i>	Specify Order	Fs	Fc / Fc1	Fc2
1	<i>Filter bandpass butterworth</i>	250	50	0,01	0,5
2	<i>filter highpass butterworth</i>	8	50	1	-
3	<i>filter lowpass least-squares</i>	295	50	0,03	0,079
4	<i>filter lowpass butterworth</i>	44	50	1	-

Tabel 4.2 adalah desain *filter* yang digunakan untuk mengetahui apakah desain *filter* tersebut bisa digunakan untuk mendapatkan sinyal EGG di *range* frekuensi 0,03 – 0,07 atau tidak. Dilakukan uji coba menggunakan 4 desain *filter* tersebut dan menghasilkan seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.2 (a) *filter* , (b) hasil FFT setelah *difilter*

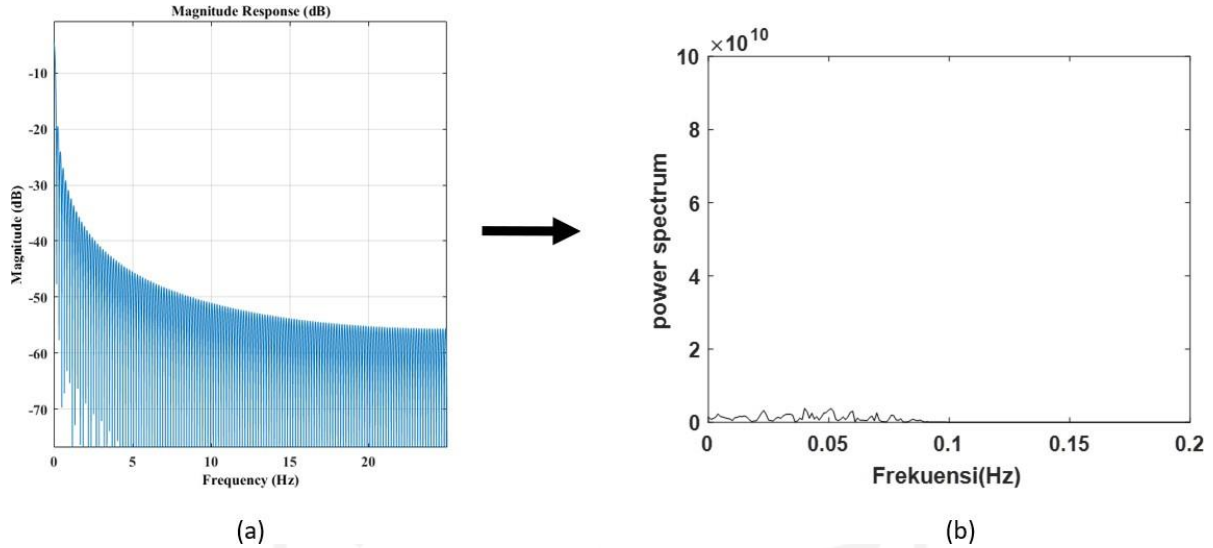
Gambar 4.2 menggunakan *filter bandpass butterworth* dengan *specify order* 250 frekuensi *sampling* 50 dan  $Fc1 : 0,01$   $Fc2 : 0,5$ , subjek yang digunakan adalah subjek 3 dan menggunakan data *postprandial*. Dari hasil *filter* tersebut dapat diketahui bahwa *filter* yang digunakan tidak optimal karena sinyal EGG yang ingin didapatkan tidak ada yang dominan di *range* frekuensi 0,03 – 0,07.



Gambar 4.3 (a) *filter* , (b) hasil FFT setelah *difilter*

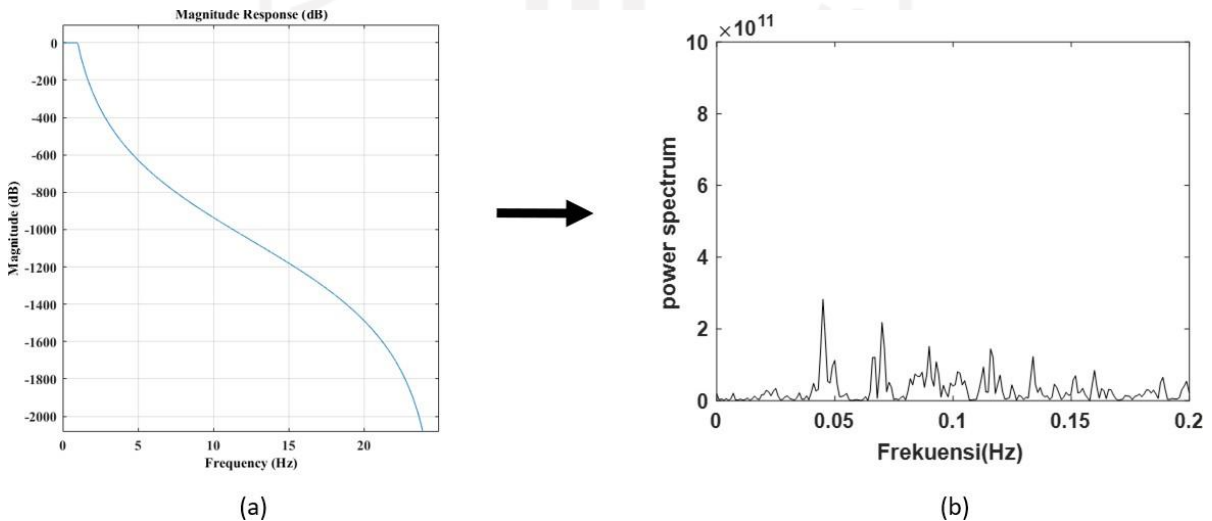
Gambar 4.3 menggunakan *filter highpass butterworth* dengan *specify order* 8 frekuensi *sampling* 50 dan  $Fc$  1, subjek yang digunakan adalah subjek 3 dan menggunakan data *postprandial*. Dari hasil *filter* tersebut dapat diketahui bahwa *filter* yang digunakan tidak optimal karena sinyal EGG

yang ingin didapatkan tidak ada yang dominan di *range* frekuensi 0,03 – 0,07.



Gambar 4.4 (a) *filter* , (b) hasil FFT setelah di*filter*

Gambar 4.4 menggunakan *filter lowpass least-squares* dengan *specify order 295* frekuensi *sampling 50* dan *Fpass 0,03 Fstop 0,079*, subjek yang digunakan adalah subjek 3 dan menggunakan data *postprandial*. Dari hasil *filter* tersebut dapat diketahui bahwa *filter* yang digunakan tidak optimal karena sinyal EGG yang ingin didapatkan tidak ada yang dominan di *range* frekuensi 0,03 – 0,07.

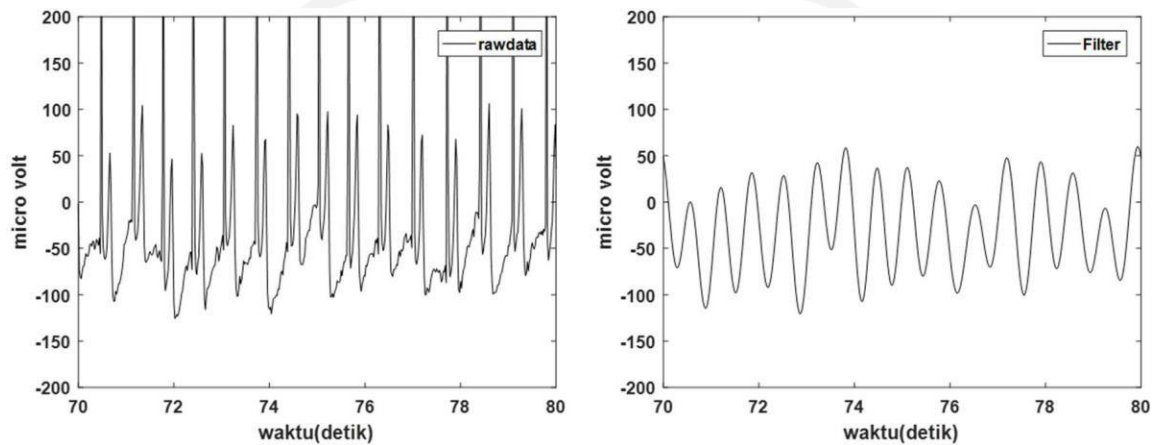


Gambar 4.5 (a) *filter* , (b) hasil FFT setelah di*filter*

Gambar 4.5 menggunakan *filter lowpass butterworth* dengan *specify order 44* frekuensi *sampling 50* dan *Fc 1*, subjek yang digunakan adalah subjek 3 dan menggunakan data *postprandial*. Dari hasil *filter* tersebut dapat diketahui bahwa *filter* yang digunakan optimal karena sinyal EGG

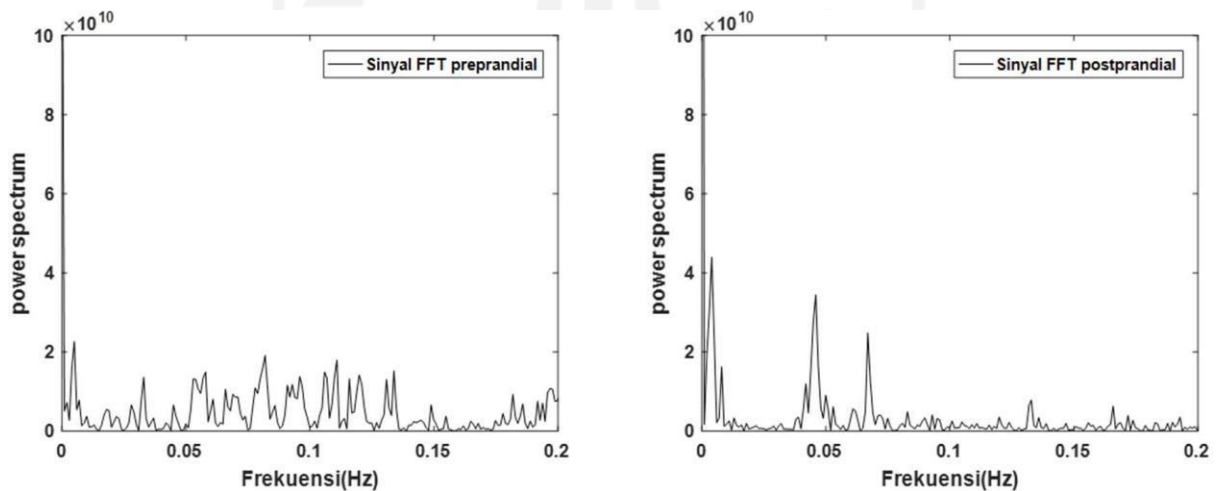
yang ingin didapatkan muncul didomain frekuensi 0,03 – 0,07. Maka dari hasil yang telah dilakukan desain *filter* yang paling baik untuk digunakan adalah menggunakan desain *filter lowpass butterworth* dengan *order* 44,  $F_s$  50, dan  $F_c$  1 seperti pada gambar 4.5 sesuai dengan desain *filter* utama yang digunakan saat sidang pendaran. Hal akan dilakukan dan digunakan pemfilteran data menggunakan *filter* tersebut untuk seluruh subjek pada penelitian ini.

*Filter* pada penelitian ini menggunakan *lowpass* dan desain *method butterworth* dengan *specify order* 44,  $F_s$  50, dan  $F_c$  1. Pada hasil gambar 4.6 menunjukkan adanya pelemahan terhadap sinyal *rawdata* setelah dilakukan *filter*, sehingga bentuk sinyal setelah di*filter* hanya ada sinyal *sistol*.



Gambar 4.6 Sinyal *raw data* (kiri), Sinyal *raw data* setelah di *filter* (kanan)

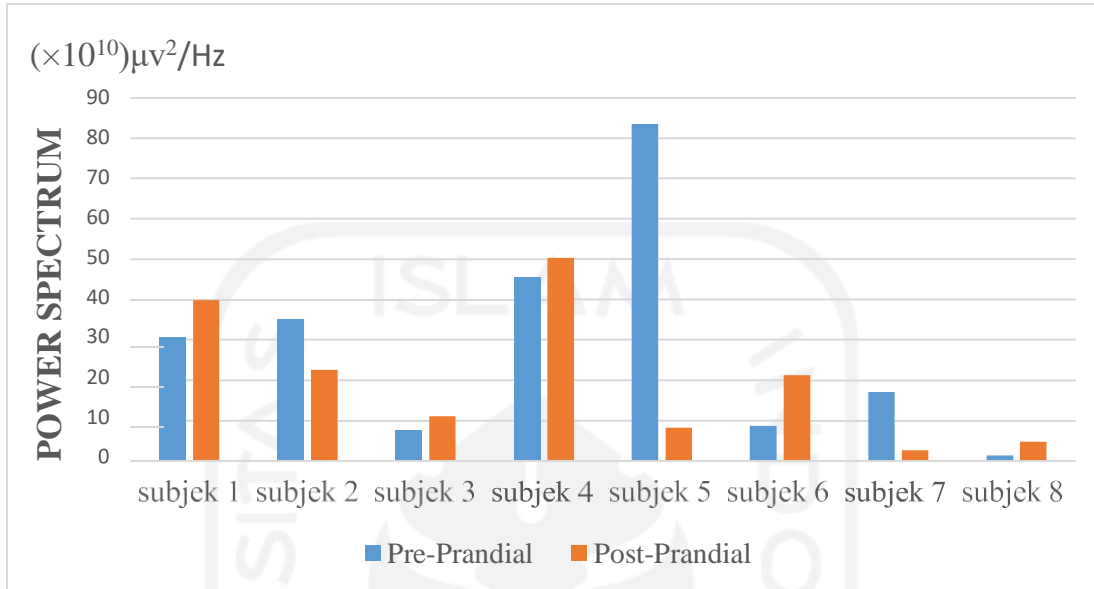
#### 4.4 Perbandingan Data Hasil FFT



Gambar 4.7 Sinyal hasil FFT *preprandial* (kiri), Sinyal hasil FFT *postprandial* (kanan)

Sinyal EGG pada gambar 4.7 ini adalah hasil dari FFT guna melihat apakah ada perbedaan *pre*- dan *postprandial* di *power spectrum* atau tidak. Sinyal yang sudah di *filter* maka akan dilakukan FFT

untuk dapat melihat sinyal EGG dikisaran 0,03 – 0,07 Hz. Gambar 4.7 menunjukkan benar adanya pergerakan pada lambung setelah subjek diberikan air mineral sampai kembang *power spectrum* meningkat di kisaran 0,04 – 0,05 Hz. Hal tersebut menjelaskan bahwa ada pergerakan lambung setelah subjek minum air mineral seperti penelitian sebelumnya [12].



Gambar 4.8 Perbedaan hasil FFT tiap subjek

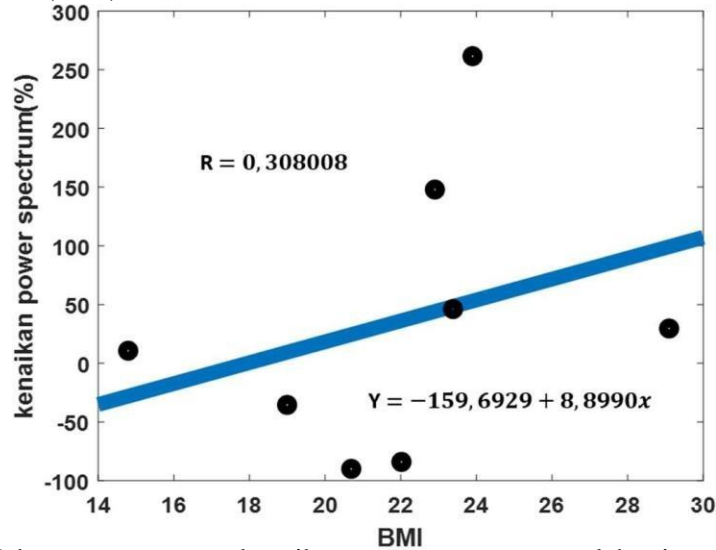
Dari gambar 4.8 adalah hasil FFT pada data sinyal EGG seluruh subjek. Subjek 1, 3, 4, 6, dan 8 memiliki kenaikan *power spectrum* saat *postprandial*, hal ini terjadi karena adanya pengaruh air mineral yang masuk kedalam tubuh sehingga memicu peningkatan pergerakan pada lambung. Namun, subjek 2, 5, dan 7 mengalami penurunan *power spectrum*, hal ini terjadi karena fisiologis manusia yang berbeda-beda [22] tetapi ada beberapa faktor yang akan dikonfirmasi apakah karena ada penyakit dalam yang tidak disadari atau karena kesalahan saat perekaman data. Seperti halnya pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Chen, dkk. Melakukan pengambilan sinyal EGG dan terdapat 2 subjek yang *power spectrumnya* lebih rendah maka mereka mengkonfirmasi menggunakan BMI [6].

#### 4.5 Korelasi *Power Spectrum* EGG dan Data Demografi Subjek

Dari data subjek penelitian ini ada perbedaan data subjek sebelum dan setelah minum. Namun, dari data ada 5 subjek yang *power spectrumnya* lebih tinggi saat setelah minum dan 3 subjek yang *power spectrumnya* lebih tinggi saat sebelum minum. Dari kejadian tersebut maka dilakukan investigasi lebih lanjut yang menjadi penyebab ada 2 variasi sinyal yang berbeda pada tiap subjek,

yang seharusnya jika diberikan air minum makan *power spectrum* akan lebih tinggi karena adanya *motilitas* lambung yang berproses. Penelitian ini melakukan 4 arah analisis korelasi untuk mengkonfirmasi apakah hal tersebut dikarenakan adanya gangguan seperti, BMI, Emosi, metabolisme.

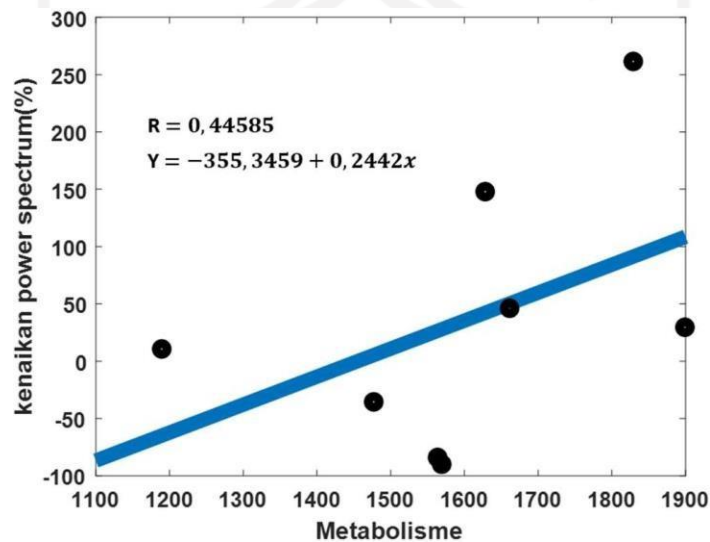
a. *Body Mass Index* (BMI)



Gambar 4.9 Hubungan persentase kenaikan *power spectrum* setelah minum dengan BMI Untuk

mengetahui hubungan antara kenaikan *power spectrum* setelah minum terhadap BMI maka dilakukan pengujian menggunakan *regresi linear*. Dari gambar 4.9 menunjukkan grafik *regresi linear* BMI dengan kenaikan *power spectrum* dapat diketahui bahwa BMI mempengaruhi kenaikan *power spectrum* dengan nilai korelasi sebesar 0,3080.

b. Metabolisme

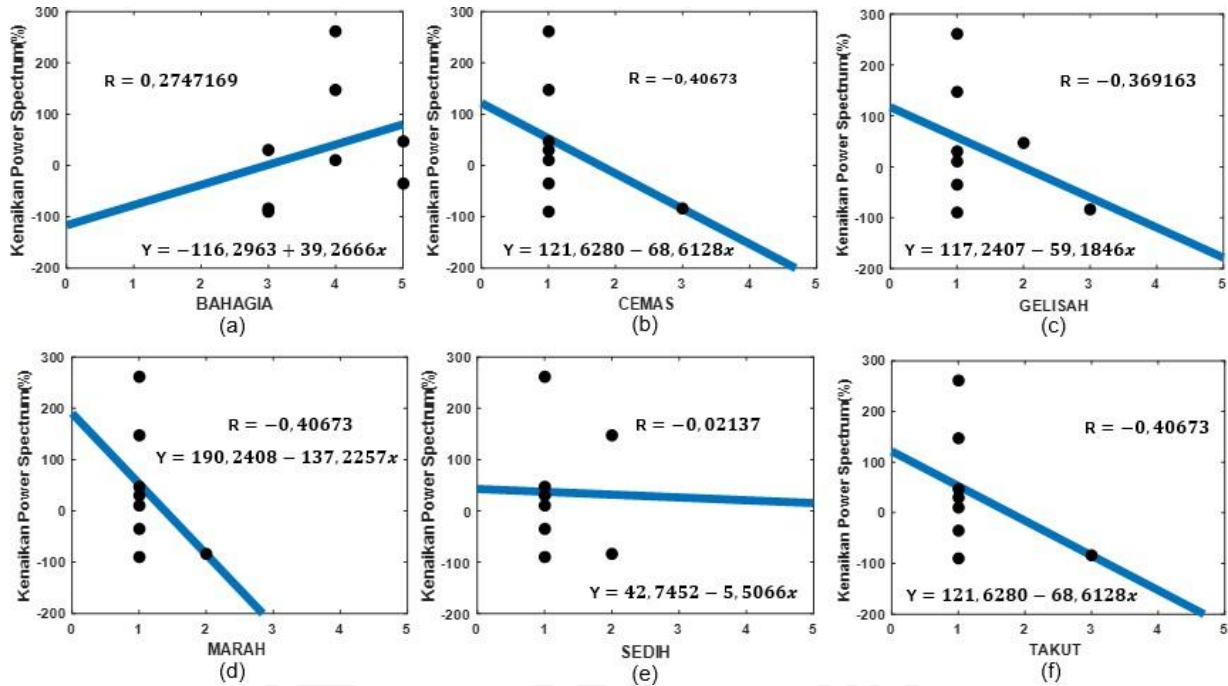


Gambar 4.10 Hasil *regresi linear* metabolisme



Kemudian, akan dicari juga hubungan antara kenaikan *power spectrum* setelah minum terhadap metabolisme tiap subjek, maka dilakukan pengujian menggunakan *regresi linear*. Dari gambar 4.10 menunjukkan grafik *regresi linear* metabolisme dengan kenaikan *power spectrum* dapat diketahui bahwa metabolisme hanya sedikit mempengaruhi kenaikan *power spectrum*, hal ini ditunjukkan dengan nilai R sebesar 0,4458.

c. Emosi



Gambar 4.11 Hasil *regresi linear* (a) emosi bahagia, (b) emosi cemas, (c) emosi gelisah, (d) emosi marah, (e) emosi sedih, (f) emosi takut.

Selain itu, karena saat perekaman data EGG subjek diberikan tontonan film maka akan mencari juga hubungan antara kenaikan *power spectrum* setelah minum terhadap emosi pada subjek menggunakan analisis korelasi dengan *regresi linear*. Dari gambar 4.11 menunjukkan grafik *regresi linear* emosi bahagia dengan kenaikan *power spectrum* dapat diketahui bahwa emosibahagia hanya sedikit mempengaruhi kenaikan *power spectrum*, hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi (R) sebesar 0,2747. Kemudian, grafik *regresi linear* emosi cemas dengan kenaikan *power spectrum* dapat diketahui bahwa emosi cemas lebih tinggi dari bahagia dan mempengaruhi kenaikan *power spectrum*, hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi sebesar 0,4067. Grafik *regresi linear* emosi marah dengan kenaikan *power spectrum* dapat diketahui bahwa emosi marah hanya sedikit mempengaruhi kenaikan *power spectrum*, hal ini ditunjukkan dengan nilai R sebesar 0,3692. Grafik *regresi linear* emosi gelisah dengan kenaikan *power spectrum* dapat diketahui bahwa emosi gelisah sama dengan bahagia dan mempengaruhi kenaikan *power spectrum*, hal ini ditunjukkan dengan nilai R sebesar

0,4067. Grafik *regresi linear* emosi sedih dengan kenaikan *power spectrum* dapat diketahui bahwa emosi sedih sangat sedikit mempengaruhi kenaikan *power spectrum*, hal ini ditunjukkan dengan nilai R sebesar 0,0214. Dan yang terakhir, grafik *regresi linear* emosi takut dengan kenaikan *power spectrum* dapat diketahui bahwa emosi takut sama dengan bahagia dan gelisah dengan nilai R sebesar 0,4067. Adapun pengujian untuk mendapatkan nilai 6 emosi tiap subjek hanya menggunakan evaluasi subjektif saja dengan membagikan kuesioner setelah perekaman sinyal EGG karena saat penelitian berlangsung.

d. *Cycles per Minute*

Tabel 4.3 Hasil CPM tiap subjek

no	subjek	CPM		ket.
		Preprandial	Postprandial	
1	subjek 1	normal	normal	normal
2	subjek 2	<i>tachygastria</i>	<i>tachygastria</i>	<i>tachygastria</i>
3	subjek 3	normal	normal	normal
4	subjek 4	<i>tachygastria</i>	normal	normal
5	subjek 5	normal	normal	normal
6	subjek 6	normal	normal	normal
7	subjek 7	<i>bradygastria</i>	<i>bradygastria</i>	<i>bradygastria</i>
8	subjek 8	normal	normal	normal

Selain mengetahui pengujian *regresi linear* pada kenaikan *power spectrum* terhadap BMI, metabolisme dan emosi subjek, dari tabel 4.3 didapatkan data *Cycles per Minute* (CPM) untuk mengetahui apakah ada pengaruh terhadap hasil sinyal EGG tiap subjek. Dari hasil sinyal EGG yang berbeda ada di subjek 2,5, dan 7. Dari sini kita bisa mengetahui bahwasannya subjek 2 dan 7 pergerakan pada lambung itu berbeda dengan yang lainnya. Subjek 2 mempunyai *tachygastria* dan subjek 7 mempunyai *bradygastria*, yang berarti subjek 2 dan 7 kenapa bisa berbeda karena ada pengaruh *tachygastria* dan *bradygastria*.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian yang dilakukan ini adalah untuk mendapatkan sinyal EGG menggunakan *filter lowpass* dan *butterworth* dengan fs 50 Hz, batasan 0,02 Hz maksimum 1 Hz. Menggunakan *filter* ini cukup untuk mendapatkan sinyal EGG, namun terkadang ada beberapa subjek yang tidak bisa menggunakan *filter* ini karena karakteristik tiap subjek yang berbeda-beda. Kemudian, sinyal amplitudo memiliki perbedaan saat kondisi sebelum dan setelah minum dan benar adanya perbedaan *power spectrum* sebelum dan setelah minum. Namun ada banyak faktor yang mengakibatkan adanya sinyal yang tidak sesuai yang seharusnya saat setelah minum itu *power spectrum* makin tinggi tetapi ada 3 subjek yang tidak seperti itu.

Maka digunakan pengujian uji korelasi menggunakan regresi linear pada kenaikan *power spectrum* terhadap 3 faktor BMI, metabolime dan emosi. Hal ini dilakukan untuk mengkonfirmasi apakah ada pengaruh dari ketiga faktor tersebut sehingga terjadi perbedaan *power spectrum* tiap subjeknya. Dari hasil uji korelasi BMI memiliki nilai sebesar 0,3080, metabolisme memiliki nilai sebesar 0,4458, dan emosi bahagia 0,2747, cemas -0,4067, marah -0,3692, gelisah -0,4067, sedih -0,0214, dan takut -0,4067. Dari data uji korelasi penelitian ini bisa dikatakan semua memiliki nilai nilai korelasi dibawah 0,5 yang berarti pengaruh kenaikan *power spectrum* terhadap 3 faktor yang digunakan terbilang hanya ada sedikit korelasi antara body mass index/BMI, metabolisme, dan emosi. Hal ini pun bisa dikatakan karena adanya penelitian terdahulu, penelitian yang dilakukan oleh Rizki Amalia, dkk. Mendapatkan hasil berdasarkan uji korelasi dan uji regresi didapatkan hasil bahwa derajat substitusi berkorelasi negatif secara signifikan terhadap nilai solubility ( $r=-0,580$ ), tetapi tidak memberikan pengaruh untuk swelling power ( $r=0,033$ ) [23].

Hal tersebut membuktikan bahwa hipotesis awal peneliti tidak sesuai dikarenakan tiap subjek fisiologisnya berbeda-beda dan adapun kemungkinan kecil karena peletakan saat perekaman data kurang tepat ataupun karena *filter* yang masih kurang tepat sehingga bisa dikatakan bahwa penelitian ini masih belum mendapatkan sinyal EGG untuk mengklasifikasi pergerakan pada lambung dengan optimal. Dari kesimpulan yang didapatkan kontribusi yang penelitian lakukan adalah memberikan informasi terkait sinyal EGG itu dapat didapatkan dengan memastikan alat dan subjek sudah sesuai dengan yang diarahkan adapun hal yang lain, penelitian ini dapat menjadi referensi untuk masyarakat Indonesia yang ingin mendalami sinyal EGG mengingat bahwa referensi atau jurnal sinyal EGG di Indonesia sangat jarang.

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebelum melakukan pengambilan data perlu standar yang baik dan benar, karena jika ada perlakuan kecil yang tidak diterapkan maka sinyal yang didapatkan akan bervariasi. Hal itu disebabkan EGG sangatlah sensitif terhadap pergerakan organ tubuh lain dan sangatlah susah untuk melakukan *filter* data hingga menyentuh ke frekuensi 0,03 – 0,07 Hz pada bagian lambung. Adapun subjek yang digunakan tidak melebihi obesitas yang berarti subjek yang digunakan menggunakan BMI normal dan dalam keadaan sehat tidak memiliki riwayat penyakit.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Sherwood, *Dari Sel ke Sistem, Edisi 8*. Jakarta: EGC, 2014.
- [2] J. Yin and J. D. Z. Chen, "Electrogastrography: Methodology, Validation and Applications," *J. Neurogastroenterol. Motil.*, vol. 19, no. 1, pp. 5–17, 2013.
- [3] B. Pfaffenbach, R. J. Adamek, K. Kuhn, and M. Wegener, "Electrogastrography in healthy subjects - Evaluation of normal values, influence of age and gender," *Dig. Dis. Sci.*, vol. 40, no. 7, pp. 1445–1450, 1995.
- [4] D. Levanon, M. Zhang, and J. D. Z. Chen, "Efficiency and Efficacy of the Electrogastrogram," *Dig. Dis. Sci.*, vol. 43, no. 5, pp. 1023–1030, 1998.
- [5] N. Wolpert, I. Rebollo, and C. Tallon-Baudry, "Electrogastrography for Psychophysiological Research: Practical Considerations, Analysis Pipeline, and Normative Data in A Large Sample," *Psychophysiology*, vol. 57, no. 9, pp. 1–25, 2020.
- [6] J. Chen and R. W. McCallum, "response of the electric activity in the human stomach to water and solid meal," *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 29, no. 7, July, pp. 351–357, 1991.
- [7] P. Murugesan and M. Harshavardhan, "Fast Fourier Transform ( FFT ) Based Electrogastrogram ( EGG ) Analisis Under Water Load Test ( WLT )," *Eur. J. Pharm. Med. Res.*, vol. 7, no. 9, September, pp. 632–638, 2020.
- [8] K. Fujihira, Y. Hamada, K. Suzuki, and M. Miyashita, "The effects of pre-meal drink volume on gastric motility and energy intake in healthy men," *Physiol. Behav.*, vol. 213, no. 6, June 2019, p. 112726, 2020.
- [9] M. P. Jones, S. Hoffman, D. Shah, K. Patel, and C. C. Ebert, "The water load test: observations from healthy controls and patients with functional dyspepsia," *Am. J. Physiol. Liver Physiol.*, vol. 284, no. 6, pp. G896–G904, Jun. 2003.
- [10] C. R. H. J. D. Kibble, *The Big Picture Medical Physiology*. New York: McGraw-Hill, 2009.
- [11] N. B. Popovic, N. Miljkovic, and T. B. Sekara, "Electrogastrogram and electrocardiogram interference: Application of fractional order calculus and Savitzky-Golay filter for biosignals segregation," *2020 19th Int. Symp. INFOTEH-JAHORINA, INFOTEH 2020 - Proc.*, vol. 2, no. 3, March, pp. 18–20, 2020.
- [12] N. A. Chizh, "Physiological interpretation of heart rate variability spectral analysis data," *Fiziol. Zh.*, vol. 65, no. 2, pp. 31–42, 2019.
- [13] J. R. Goldenring, J. Smith, H. D. Vaughan, P. Cameron, W. Hawkins, and J. Navarre, "Rab11 is an apically located small GTP-binding protein in epithelial tissues" *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology.*, vol. 270, no. 3, pp. 515–525, 1996.
- [14] H. Geldof and E. J. Van Der Schee, "Electrogastrography: Clinical applications," *Scand. J. Gastroenterol.*, vol. 24, no. S171, pp. 75–82, 1989.

- [15] C. Obioha, J. Erickson, S. Suseela et al. Tahr Hajri. of, and U. 2013, "Effect of Body Mass Index on the sensitivity of Magnetogastrogram and Electroastrogram," *J Gastroenterol Hepatol Res*, vol. 2, no. 4, pp. 513–519, 2013.
- [16] Z. L. DZ Chen, "Electroastrogram," 2013. [Online]. Available: <https://studfile.net/preview/395626/page:10/>. [Accessed: 22-Jan-2021].
- [17] E. T. Ramadona, "HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH DAN TINGKAT AKTIVITAS FISIK PADA SISWA SEKOLAH DASAR KELAS V DI SD NEGERI SAMIRONO KECAMATAN DEPOK KABUPATEN SLEMAN," *J. Bus. Ethics*, vol. 14, no. 3, p. 100, 2018.
- [18] R. Hidayat, "Status Gizi Dan Angka Metabolisme Basal (AMB) Siswa Kelas IV, V, Dan VI Sekolah Dasar Negeri Margoagung Seyegan Sleman," *core.ac.uk*, vol. 335, no. 1, p. 86, 2015.
- [19] NOVATECHEEG, "Mitsar EEG Amplifiers - NovaTech EEG," *novatecheeg.com*, 2015. .
- [20] A. Hidayat, "Pengertian Analisis Regresi Korelasi Dan Cara Hitung - Uji Statistik," 2012. [Online]. Available: <https://www.statistikian.com/2012/08/analisis-regresi-korelasi.html>. [Accessed: 29-Jan-2021].
- [21] J. Gould and A. Ibele, *A Comprehensive Approach to Evaluation and Management Anna Ibele Jon Gould*. 2020.
- [22] D. Turhusna and S. Solatun, "Perbedaan Individu dalam Proses Pembelajaran," *As-Sabiqun*, vol. 2, no. 1, pp. 18–42, 2020.
- [23] R. Amalia and A. C. Kumoro, "Analisi Sifat Fisikokimia Dan Uji Korelasi Regresi Antara Nilai Derajat Substitusi Dengan Sweling Power Dan Solubillity Pada Tepung Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) Terasetilasi," *Inov. Tek. Kim.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–26, 2016..