

**RANCANG BANGUN PERANGKAT PENDETEKSI AKTIVITAS
ELEKTRIK PADA LAMBUNG (ELEKTROGASTROGRAM)
BERBASIS PC**

**(DESIGN AND DEVELOPMENT OF GASTRIC ELECTRICAL
ACTIVITY DETECTION DEVICE (ELECTROGASTROGRAM)
ON PC BASED)**

TUGAS AKHIR

**Disusun sebagai syarat mata kuliah Tugas Akhir pada
Program Studi S1 Teknik Elektro**

**Muhamad Rizqi Alhuda
1102160179**



**FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS TELKOM BANDUNG
2021**

	UNIVERSITAS TELKOM	No. Dokumen	
	Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257 N	No. Revisi	
	FORMULIR LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	No. Revisi	

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Muhamad Rizqi Alhuda
 NIM : 1102160179
 Alamat : Jalan Samratulangi Gang Anggrek 3 No.21 Gedong Air,
 TanjungKarangBarat, Bandarlampung, Lampung
 No. Telp/HP : 082117382231
 E-mail : rizqialhuda@gmail.com

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya orisinal saya sendiri, dengan judul :

RANCANG BANGUN PERANGKAT PENDETEKSI AKTIVITAS ELEKTRIK PADA LAMBUNG (ELEKTROGASTROGRAM) BERBASIS PC

(DESIGN AND DEVELOPMENT OF GASTRIC ELECTRICAL ACTIVITY
DETECTION DEVICE (ELECTROGASTROGRAM)
ON PC BASED

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian karya ini.



Bandung, 30 Agustus 2021



1102160179

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

(DESIGN AND DEVELOPMENT OF GASTRIC ELECTRICAL ACTIVITY
DETECTION DEVICE (ELECTROGASTROGRAM) ON PC BASED)

**Telah disetujui dan disahkan sebagai Buku Tugas Akhir
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom**

Oleh

**Muhamad Rizqi Alhuda
1102160179**

Bandung, 30 Agustus 2021

Pembimbing I

Pembimbing II

**Dr. Achmad Rizal, S.T., M.T.
NIP.01750031**

**Dien Rahmawati, S.Si., M.T.
NIP: 20920003**

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis kepada Allah SWT, karena telah diberi kemudahan, rahmat dan ridha-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak akan lancar dan selesai tanpa dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT. atas berkat kemudahan dan pertolongan-Nya yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Mama dan papa yang selalu mendoakan dan mendukung selama pengerjaan tugas akhir ini hingga bisa selesai dengan baik.
3. Bapak Dr. Achmad Rizal, S.T., M.T. selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bantuan serta bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih kepada ibu karna telah memberikan waktu dan responsif kepada penulis.
4. Ibu Dien Rahmawati, S.Si., M.T. selaku pembimbing kedua yang juga sangat memberikan bantuan pada penyelesaian buku tugas akhir ini. Terimakasih kepada ibu karna telah memberikan waktu dan responsif kepada penulis.
5. Kakak- kakak ku tercinta yang telah mendoakan dan memotivasi saya untuk tetap semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Dwijaya, Yanuar, Dahnur, obot, nanday yang telah membantu dan juga sebagai partisipan dalam penelitian ini.
7. Famia yang sangat membantu penulis dalam pengerjaan draft tugas akhir hingga tugas akhir ini dapat selesai.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “RANCANG BANGUN PERANGKAT PENDETEKSI AKTIVITAS ELEKTRIK PADA LAMBUNG (ELEKTROGASTROGRAM) BERBASIS PC”. Karena pertolongan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Universitas Telkom Bandung.

Buku tugas akhir ini merupakan salah satu bentuk implementasi dari mahasiswa dalam mendalami dan mengembangkan ilmu pengetahuan selama perkuliahan terutama dalam bidang teknik, khususnya pada bidang teknik biomedis.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, banyak hambatan yang dilalui oleh penulis, adanya beberapa pihak yang membimbing dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Achmad Rizal, S.T.,M.T. dan Ibu Dien Rahmawati, S.Si.,M.T. selaku pembimbing pertama dan kedua, yang sudah membantu penulis dari awal penyusunan proposal hingga tugas akhir serta mengajarkan dan mendukung penulis, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Buku tugas akhir masih perlu dikembangkan agar mampu memberikan manfaat yang lebih banyak dan inspirasi bagi pembaca untuk penelitian selanjutnya.

Bandung, 30 Agustus 2021



Muhamad Rizqi Alhuda

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang terjadi di bidang elektro dan kesehatan melahirkan elektrogastrografi. Elektrogastrografi adalah Teknik non-invasif untuk merekam aktivitas mioelektrik pada lambung dengan menggunakan elektroda yang ditempatkan pada kulit perut. Penelitian kali ini merancang sebuah sistem yang mampu melihat dan mendeteksi pergerakan aktivitas mioelektrik pada lambung saat subjek 3 jam sebelum makan dan 10 menit sesudah makan dengan menggunakan 8 subjek pengujian yang sedang dalam keadaan sehat dan tidak ada riwayat penyakit lambung, dengan menggunakan elektroda dan diperkuat menggunakan modul AD8232 lalu diproses di PC melalui Arduino dan melakukan pemfilteran dengan filter yang digunakan yaitu bandpass filter namun dalam pengujian ini juga ditampilkan respon frekuensi dari lowpass filter dan highpass filter yang diolah menggunakan software MATLAB dan juga dilakukan uji kolerasi menggunakan regresi linier. Hasil dari tugas akhir ini mengkonfirmasi bahwa ada aktivitas gelombang lambat lambung pada EGG saat sesudah makan, hal ini dibuktikan dengan kenaikan nilai amplitude pada keluaran sinyal spectrum yang didapatkan juga kelainan gelombang lambat lambung yang dilihat dari nilai Cycles per minute tiap subjek, lalu pada penelitian ini juga didapatkan hasil uji kolerasi dari metabolisme $R = 0.038436508$ dan (BMI) $R=0.237542284$. yang mengonfirmasi bahwa hanya ada sedikit pengaruh metabolisme dan BMI pada kenaikan amplitude sinyal spectrum.

Kata kunci : Elektrogastrogram, metode, Hasil, Elektrogastrogram, PC.

ABSTRACT

Technological developments in the fields of electricity and health gave birth to electrogastrography. Electrogastrography is a non-invasive technique for recording the myoelectric activity in the stomach using electrodes placed on the skin of the stomach. This study designed a system that is able to see and detect the movement of myoelectric activity in the stomach when the subject 3 hours before eating and 10 minutes after eating using 8 test subjects who are in good health and have no history of gastric disease, using electrodes and amplified using an electrode. The AD8232 module is then processed on a PC via Arduino and performs filtering with the bandpass filter used, but in this test the frequency response of the lowpass filter and highpass filter is also shown which is processed using MATLAB software and a correlation test is also carried out using linear regression. The results of this final project confirm that there is gastric slow wave activity in the EGG after eating, this is evidenced by the increase in the amplitude value at the output signal spectrum which is also obtained by gastric slow wave abnormalities as seen from the value of Cycles per minute for each subject, then in this study also obtained the results of the correlation test of metabolism $R = 0.038436508$ and (BMI) $R = 0.237542284$. which confirms that there is little effect of metabolism and BMI on the increase in spectrum signal amplitude.

Keywords: Electrogastrogram, method, Results, Electrogastrogram, PC

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Desain Konsep Solusi	6
2.2 Tinjauan Riset Terdahulu.....	7
2.3 Electrogastrogram	8
2.4 Gastric motility	10
2.5 Sensor EKG Modul AD8232	11
BAB III PERANCANGAN SISTEM	13
3.1 Desain Sistem.....	13
3.2 Alat Rekam Data dan spesifikasinya.....	14
3.3 Subjek Penelitian.....	15
3.4 Metode Analisis	16
3.5 Ekstrasi Fitur	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Subjek Penelitian	18
4.2 Pre- Processing dan Perbandingan Hasil Sebelum dan Sesudah di Filter	19
4.3 Perbandingan Hasil FFT Sinyal Spectrum Keluaran Filter	21
4.4 Korelasi Sinyal Spectrum dan Data Demografi Subjek	24
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Desain Konsep Solusi.....	6
Gambar 2.2 (a) Sinyal raw data, (b) Sinyal EGG lambung.....	9
Gambar 2.3 Fisiologis lambung (a) lambung, (b) saraf lambung [5].....	10
Gambar 2.4 Tahapan peristaltik lambung [10].....	11
Gambar 3.1 Diagram Blok Desain Sistem	13
Gambar 3.2 Desain Alat	14
Gambar 3.3 Output Filter	17
Gambar 4.1 Respon frekuensi filter LPF	20
Gambar 4.2 Respon frekuensi filter HPF	20
Gambar 4.3 (a) sinyal raw sebelum difilter, (b) sinyal raw sesudah difilter dengan BPF	21
Gambar 4.4 (a) sinyal spectrum sebelum makan (b) sinyal spectrum sesudah makan pada subjek 1.....	22
Gambar 4.5 Perbedaan Hasil FFT tiap subjek.....	23
Gambar 4.6 Hubungan Metabolisme subjek dengan sinyal spektrum setalah makan/minum.....	25
Gambar 4.7 Hubungan BMI subjek dengan sinyal spectrum setelah makan/minum.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Metode dan Hasil EGG Yang Terdahulu	7
Tabel 4.1 BMI subjek penelitian	18
Tabel 4.2 Frekuensi Sampling dan Orde filter yang digunakan.....	19
Table 4.3 Hasil data CPM tiap subjek.....	23

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang ada di Indonesia khususnya dalam bidang Kesehatan yaitu salah satunya tentang asam lambung (GERD). Menurut Radjamin dkk (2019), asam lambung GERD adalah kondisi lambung dimana mengalami refluks secara berulang ke dalam esofagus. Gejala- gejala GERD yaitu mual, air liur berlebih, perih yang dirasakan pada lambung, kembung, rasa kenyang dini, dan muntah. Angka penderita asam lambung (GERD) di Indonesia semakin meningkat, hal tersebut disebabkan oleh gaya hidup yang tidak sehat contohnya yaitu tidak teraturnya pola makan dan kurang memperhatikan tingkat higienis makanan yang dikonsumsi sehari hari. Asam lambung (GERD) dapat dicegah dengan modifikasi gaya hidup berupa menghindari makan fast food yang memicu penyakit GERD [1]. Dengan permasalahan yang ada tentunya diperlukan alat yang dapat membantu tentang pendeteksi aktivitas elektrik pada lambung.

Perkembangan teknologi saat ini yang semakin maju, maka penelitian ini dilakukan membuat rancang bangun perangkat untuk mendeteksi aktivitas elektrik pada lambung. Teknologi yang dapat dimanfaatkan khususnya untuk mendeteksi aktivitas elektrik pada lambung yaitu dengan menggunakan elektrogastrografi. Elektrogastrografi adalah Teknik non-invasif untuk merekam aktivitas mioelektrik pada lambung dengan menggunakan elektroda yang ditempatkan pada kulit perut. Menurut Yin dan Chen (2013), EGG dapat digunakan sebagai ukuran non- invasif gelombang lambat lambung dan bahkan digunakan untuk pengganti motilitas lambung [2]. Tetapi ada beberapa yang menyebutkan bahwa EGG cacat atau hanya berupa artefak gerakan lambung. Rekaman permukaan yang diperoleh dengan menggunakan elektrogastrografi disebut elektrogastrogram. Dalam pengaplikasian elektrogastrografi perlu digunakan elektroda sebagai komponen

pembantu dimana, elektroda akan menghantarkan arus listrik dari satu media ke media lainnya. Pemasangan elektroda merupakan salah satu bagian yang perlu diperhatikan untuk memastikan hasil pemeriksaan yang akurat dengan artefak minimal atau tidak sama sekali.

Hingga saat ini EGG tidak ditujukan untuk mendiagnosis penyakit lambung yang spesifik. Tetapi prosedur ini dapat digunakan sebagai data penunjang mengenai ada tidak nya gangguan motorik pada beberapa penyakit lambung dan gejala gejala pada lambung seperti GERD, gastroenteritis, dispepsia. Menurut Handrasekaran, dkk (2020), Elektrogastrogram (EGG) dapat digunakan untuk mengukur sinyal listrik yang mengalir melalui otot-otot perut [3]. EGG dilakukan sebelum dan setelah studi pengosongan lambung yang bertujuan untuk mendiagnosis dan mengelola dispepsia fungsional.

Sejauh ini, studi dan informasi mengenai pengukuran EGG sangat jarang dilakukan di Indonesia, oleh karna itu penelitian ini dilakukan untuk menambah referensi mengenai EGG yang dapat digunakan masyarakat Indonesia. Penelitian ini dilakukan pada subjek dengan kondisi dimana subjek 3 jam tidak ada makanan atau minuman yang masuk ke lambung sebelum perekaman dan juga disaat subjek makan nasi dan minum sampai subjek merasakan kenyang dan kembung. Hipotesis peneliti bahwa kondisi subjek setelah makan dan minum akan lebih besar magnitude pada nilai spectrumnya dibanding dengan sebelum memasukan makanan dan minuman karna adanya aktivitas lambung yang meningkat akibat diberikan makan dan minuman. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa adanya kenaikan magnitude dari tiap subjek pada saat sesudah makan. Penelitian ini juga mendapatkan hasil *cycles per minutes*(CPM) dari tiap subjek untuk melihat kelainan gelombang lambat lambung, CPM didapatkan dengan cara menghitung frekuensi dominan pada sinyal spectrum keluaran. Pada uji kolerasi faktor BMI dan metabolisme memiliki hasil $R = 0.038436508$ untuk metabolisme dan (BMI) $R=0.237542284$ yang dimana nilai korelasi kali ini dibawah 0,5 membuktikan bahwa hanya ada sedikit pengaruh Metabolisme dan BMI pada penelitian kali ini..

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, yaitu:

1. Apakah terdapat perbedaan power spectrum sinyal EGG pada saat kondisi sebelum dan sesudah makan?
2. Bagaimana membuat desain filter yang cukup untuk mendapatkan sinyal EGG ?
3. Apakah ada pengaruh dari factor BMI dan metabolisme terhadap hasil sinyal spectrum?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari Tugas Akhir adalah :

1. Merancang dan melihat perbedaan nilai magnitude dan frekuensi sinyal spectrum saat kondisi sebelum dan sesudah makan
2. Membuat desain filter untuk mendapatkan sinyal EGG.
3. Melakukan uji kolerasi untuk melihat pengaruh BMI dan metabolisme terhadap sinyal spectrum keluaran

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Tugas Akhir ini tidak spesifik mendeteksi penyakit lambung.
2. Tugas Akhir ini hanya menggunakan metode berbasis PC untuk pengolahan sinyal yang akan ditampilkan menggunakan PC.
3. Tugas Akhir ini hanya mengkaji perbedaan pada domain frekuensi dan amplitudo pada subjek saat sebelum dan sesudah makan:
4. Tugas Akhir ini menggunakan 8 subjek yang terdiri dari 4 pria dan 4 wanita

1.5 Metode Penelitian

Dalam proses penyelesaian masalah, penulis melakukan beberapa metode, yaitu:

1. Studi Literatur

Mencari dan mempelajari referensi referensi berupa buku, jurnal, dan artikel yang berhubungan dengan lambung, EGG, dan aktivitas elektrik pada perut.

2. Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data baik dari sumber internal yaitu penelitian yang penulis lakukan dilapangan maupun sumber eksternal.

3. Konsultasi

Penulis melakukan konsultasi dengan pembimbing untuk hasil tugas akhir yang lebih baik dan mengenai permasalahan-permasalahan yang sulit diselesaikan.

4. Perancangan dan implementasi

Sistem dirancang di bagian perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan hardware meliputi mikrokontroler, elektroda, modul EKG AD8232, dan PC. Perancangan software meliputi ekstrasi fitur pada Arduino IDE dan MATLAB.

5. Melakukan penyusunan buku Tugas Akhir yang dilakukan bersamaan dengan penelitian Tugas Akhir

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini dibagi dalam beberapa topik pembahasan yang disusun secara sistematis Sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, maksud dan tujuan, rumusan masalah, Batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB II DASAR TEORI

Berisi tentang teori-teori dasar yang berkaitan dengan penelitian Tugas Akhir ini.

3. BAB III PERANCANGAN SISTEM

Berisi tentang elektroda dan sensor yang mampu merekam dan menyimpan data hingga memunculkan sinyal di PC.

4. BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

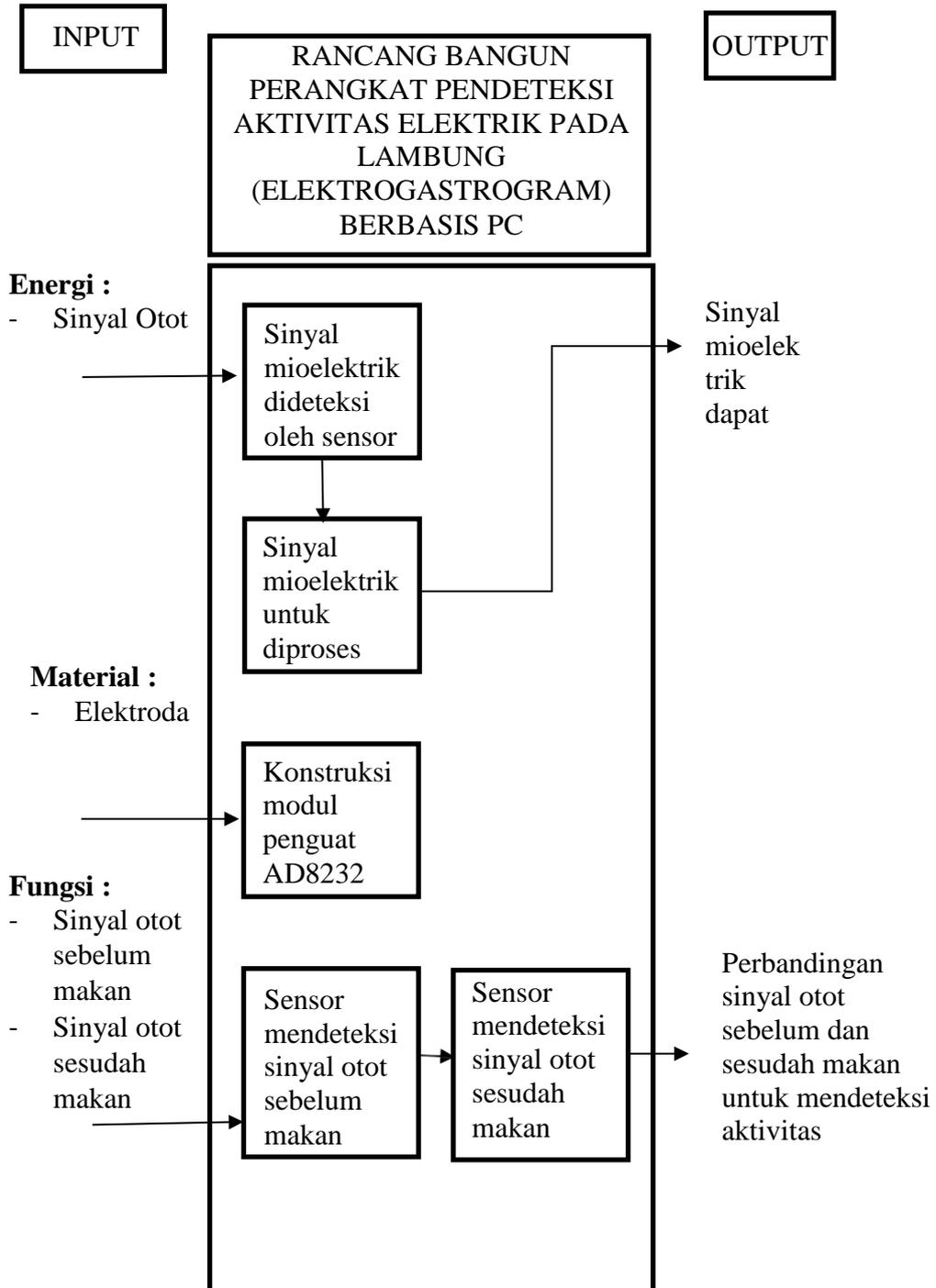
Berisi tentang deteksi pergerakan mio elektrik lambung menggunakan elektroda.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan seluruh tahap yang dilakukan selama penelitian Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desain Konsep Solusi



Gambar 2.1 Desain Konsep Solusi

Dari gambar 2.1 desain konsep solusi pada penelitian kali ini menangkap energi sinyal mioelektrik pada otot perut dengan menggunakan sensor lalu akan proses dan difilter agar mendapatkan sinyal EGG yang lebih baik dan mudah untuk diolah. Dengan menggunakan material seperti elektroda sebagai penghubung subjek dengan modul dan sinyal akan di tangkap dan diperkuat dengan modul lalu akan diproses Arduino untuk di hubungkan dan direkam untuk diolah di PC. Perekaman sinyal ini dilakukan dengan subjek saat sebelum makan dan sesudah makan, untuk melihat perbandingan pergerakan yang ada pada lambung saat sebelum dan sesudah makan.

2.2 Tinjauan Riset Terdahulu

Sinyal otot dan aktivitas lambung pada tubuh manusia merupakan faktor yang penting dalam pemeriksaan kondisi tubuh pasien. Dimana pemeriksaan sinyal menggunakan teknik EGG saat ini sudah menjadi hal yang mendasar, maka dari itu dibutuhkan pengembangannya. Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini.

Tabel 2.2 Metode dan Hasil EGG yang terdahulu

No	Penelitian / Judul Penelitian	Variabel Penelitian	Alat yang digunakan	Hasil Penelitian
1.	Pengaruh Minuman Energi terhadap Elektrogastrogram (EGG) Manusia[17].	Pengujian sinyal EGG terhadap 5 subjek dalam kondisi sehat dengan masing masing diberikan minuman energi yang berbeda di masing masing subjeknya.	BIOPAC system	Dapat mengetahui perbandingan sinyal EGG pada saat sebelum dan sesudah minum minuman energi.

2.	Pemrosesan dan Analisis Sinyal Elektrogastrogram (EGG) kondisi pre- dan postprandial[16].	Pengujian sinyal EGG terhadap subjek kondisi pre- dan postprandial	MITSAR EEG-201	Dapat mengetahui pergerakan sinyal EGG pada saat kondisi pre- dan posprandial.
3.	AJPM Smout, EJ van der Schee, dan JL Grashuis, 1980. “Apa yang diukur dalam elektrogastrografi?” Ilmu dan Penyakit Pencernaan, vol. 25, tidak. 3, hlm. 179–187 [28].	Pengujian sinyal EGG dalam model anjing	Elektroda serosal	frekuensi EGG sama dengan gelombang lambat lambung yang direkam oleh elektroda serosal, dan peningkatan amplitudo EGG dikaitkan dengan lonjakan yang diamati dalam rekaman serosal
4.	JW Hamilton, BE Bellahsene, M. Reichelderfer, JG Webster, dan P. Bass, 1986. “Program elektrogastogram manusia: perbandingan rekaman permukaan dan mukosa”, Ilmu dan Penyakit Pencernaan, vol. 31, tidak. 1, hlm. 33–39 [29].	Pengujian sinyal EGG kulit dan internal.	Permukaan simultan dan elektroda mukosa	frekuensi EGG sama dengan gelombang lambat lambung yang direkam oleh elektroda mukosa, dan peningkatan amplitudo EGG dikaitkan dengan lonjakan yang diamati dalam rekaman mukosa

Dari tabel 2.2 didapatkan penelitian terdahulu yang memiliki korelasi dengan penelitian ini. Dimana dari penelitian sebelumnya juga memiliki tujuan melihat aktivitas lambung saat sebelum dan sesudah lambung terisi oleh makanan atau minuman. Pada penelitian sebelumnya juga didapatkan hasil CPM dari setiap subjek dan juga melakukan uji korelasi untuk melihat pengaruh dari beberapa factor fisiologis.

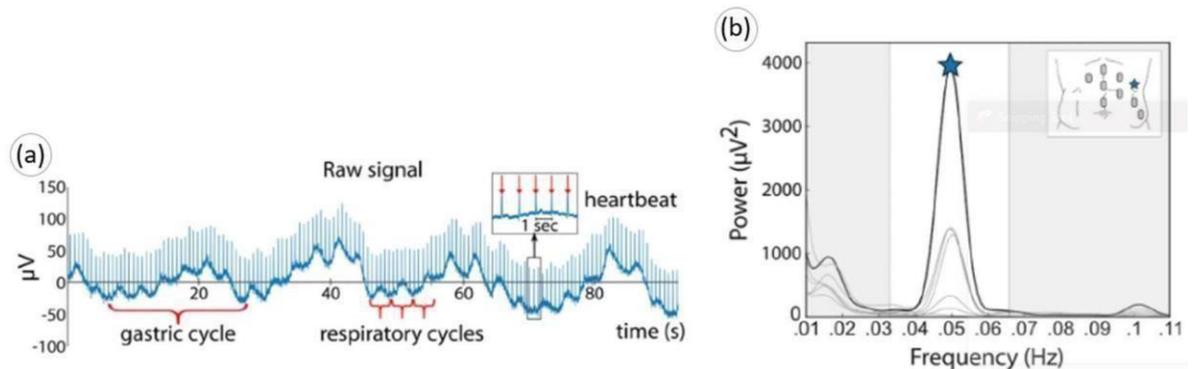
2.3 Electrogastrogram

Elektrogastrogram adalah metode non-invasif yang dilakukan untuk mengukur aktivitas elektrik pada lambung. Electrogastrogram ini sendiri dilakukan untuk mengevaluasi fungsi lambung seseorang dengan cara mengukur aktivitas listrik pada lambung. Namun sampai saat ini electrogastrogram tidak ditujukan untuk mendiagnosis penyakit lambung yang spesifik, namun prosedur ini dapat digunakan sebagai data penunjang mengenai ada tidaknya gangguan motorik pada beberapa penyakit lambung [2].

Pada umumnya electrogastrogram dilakukan dengan memasang beberapa elektroda pada kulit perut disekitar area lambung dan merekam aktivitas listrik lambung selama beberapa waktu. Dan pemeriksaan ini sendiri biasanya akan mendapatkan hasil yang berbeda. Hasil electrogastrogram yang normal biasanya adalah adanya aktivitas listrik lambung sebanyak tiga siklus permenit. Sementara hasilnya dianggap tidak normal apabila terdapat ritme aktivitas elektrik lambung yang tidak beraturan, baik terlalu banyak maupun terlalu sedikit. Electrogastrogram ini adalah metode yang sangat aman untuk dilakukan. Karna electrogastrogram hanya menggunakan elektroda yang ditempelkan pada kulit perut. Bila adapun efek samping yang mungkin terjadi yaitu reaksi alergi terhadap bahan atau gel elektroda yang digunakan ketika pemeriksaan.

EKG adalah teknik perekaman aktifitas myoelectric pada perut yang menggunakan elektroda kulit di atas permukaan kulit perut, sinyal yang ditangkap saat perekaman

disebut elektrogastrogram [2]. Sinyal EGG berbentuk seperti sinyal EKG [4] 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 [5].



Gambar 2.2 (a) Sinyal raw data, (b) Sinyal EGG lambung

Gambar 2.2 menampilkan sinyal Electrogastrogram dari bentuk sinyal raw data dan sinyal EGG yang akan meningkat powerspectrum nya. Sinyal electrogastrogram memiliki frekuensi gelombang lambat lambung; kisaran normal adalah 2 ± 4 cpm. Kekuatan dominan - amplitudo dan keteraturan EGG (aktivitas kontraktif 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 [6] 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 yang merupakan percampuran dari bradigastria dan tachygastria (tidak ada puncak dominan yang diamati pada kisaran 0,5 hingga 9,0-cpm) [7].

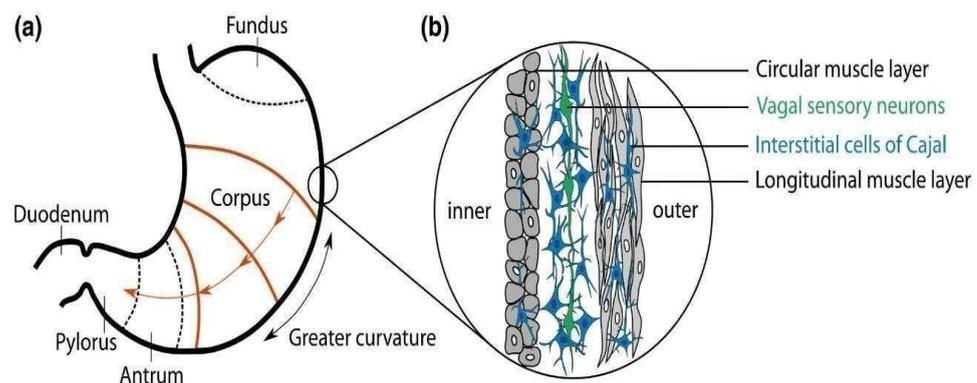
Terdapat beberapa prosedur perekaman elektrogastrogram yang penting agar hasil yang didapat optimal, saat penelitian subjek tidak boleh bergerak karna sangat berpengaruh pada saat pengambilan data dengan EGG yang mempunyai sifat

sangat sensitif terhadap Gerakan organ lainnya. Banyak hal lain yang harus diperhatikan seperti penempatan electrode, posisi subjek, durasi perekaman serta waktu istirahat perekaman menjadi hal yang perlu diperhatikan pula.

Selain itu, jika dibandingkan elektrisitas otot jantung, EGG sendiri memiliki kelemahan seperti amplitude yang direkam memiliki gelombang lambat yang cukup rendah yaitu berkisar 50-500 μ V, serta kondisi perut yang banyak ruang membuat suara atau getaran seperti pernapasan, gerak tubuh hingga jantung. Namun hal tersebut dapat Teratai dengan rhythm cut-off dengan memfilter noise yang dikeluarkan oleh organ tubuh lainnya.

2.4 Gastric motility

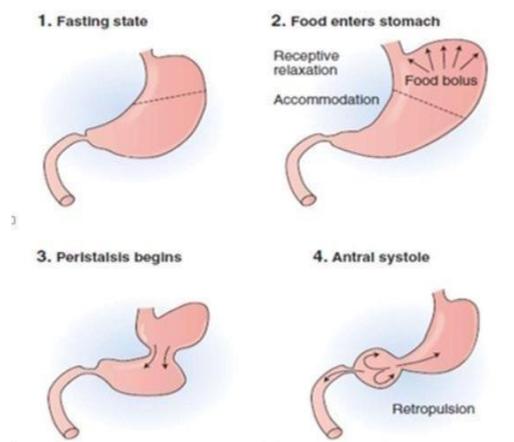
Lambung adalah organ tubuh yang berada didekat usus 12 jari, dimana benda padat / cair yang masuk kedalam mulut akan dilanjutkan ke lambung yang nantinya akan diproses sehingga dapat dicerna olah tubuh manusia. Lambung proksimal terdiri dari fundus (bagian melengkung atas) dan corpus (atau tubuh, bagian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



Gambar 2.3 Fisiologis lambung (a) lambung, (b) saraf lambung [5]

Gambar 2.1 menunjukkan fisiologis gerakan lambat lambung jika ada yang masuk ke dalam lambung. (a) Daerah anatomis lambung, dengan divisi utama menjadi fundus, corpus, dan antrum. Irama lambung berasal dari daerah alat pacu jantung (orafnye) 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 yang berbaring di dinding perut yaitu diantara dan di dalam lapisan otot melingkar dan membujur [8]. Lapisan otot yang miring tipis tambahan yang terletak di lapisan perut terdalam tidak ditampilkan disini.

Gambar 2.4 Tahapan peristaltik lambung [10]



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

2.5 Filtering

Elektrogastogram kulit berbentuk sinusoidal, dengan amplitudo yang sangat lemah berkisar dari 50 hingga 500 μV [5]. Oleh karena itu, dilakukan pemfilteran agar mendapatkan sinyal elektrogastogram. Data EGG menunjukkan bahwa ada

perbedaan saat subjek belum makan/minum dan sesudah diberikan makan/minum. Didalam penelitian ini dilakukan dengan memberikan frekuensi sampling dan orde filter yang sesuai agar mempermudah melihat sinyal EGG maka ditemukan hasil yang tepat sebagai berikut :

Tabel 2.3 Frekuensi Sampling dan Orde filter yang digunakan

No	Subjek	Orde Filter	Frekuensi Sampling
1	Subjek 1	5	50
2	Subjek 2	5	50
3	Subjek 3	5	50
4	Subjek 4	5	50
5	Subjek 5	5	50
6	Subjek 6	5	50
7	Subjek 7	5	50
8	Subjek 8	5	50

Tabel 2.3 adalah frekuensi sampling dan orde filter yang digunakan untuk mengetahui dan mendapatkan sinyal EGG.

2.6 Uji Korelasi

Pada analisis kali ini yang diperhatikan adalah sinyal spectrum tiap subjek nya. Pada saat analisis dilakukan akan memerlukan perubahan orde filter dan frekuensi sampling nya. Setelah diketahui frekuensi sampling dan orde filter yang tepat maka akan dilakukan uji kolerasi guna dapat melihat hubungan antara kenaikan sinyal spectrumnya.

Rumus yang digunakan untuk uji kolerasi yaitu menggunakan model persamaan regresi linear sederhana :

$$y = a + (bx) \quad (3.3)$$

Dimana :

Y = Variabel Response atau Variabel Akibat (Dependent)

X = Variabel Predictor atau Variabel Faktor Penyebab (Independent) a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan); besaran Response yang ditimbulkan oleh Predictor.

Metode analisis kali ini menggunakan kolerasi nilai power spectrum dengan BMI dan Metabolisme tiap subjek untuk membantu mendapatkan hasil sinyal EGG. Jika hasil korelasi kenaikan power spectrum nya sudah didapatkan maka akan diketahui nilai korelasi pada masing masing karakteristiknya.

Pada penelitian kali ini juga akan dihitung pula sinyal spectrumnya untuk melihat representasi kerja lambung, jika hasil sinyal spectrum semakin tinggi sinyal spectrum maka semakin meningkat kerja lambung , jika semakin rendah sinyal spectrum maka semakin menurun pula kerja lambung.

2.7 Cycles Per Minutes (CPM)

Cycles Per Minutes (CPM) digunakan untuk melihat kelainan gelombang lambat lambung pada manusia. CPM diperoleh dengan melihat puncak dominan pada frekuensi dari keluaran sinyal spektrum yang didapatkan dari tiap subjek. Frekuensi lambung normal biasa berada di kisaran 2-4 cpm, Adapun aktifitas gerak lambung tidak teratur 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).

2.8 Sensor EKG Modul AD8232

Sensor EKG modul AD8232 adalah salah satu komponen yang berperan penting dalam rancang bangun electrogastrogram. Sensor ini mengadopsi dua kutub High-pass filter untuk menghilangkan artefak dan elektroda potensial setengah sel. AD8232 ini juga mengadopsi sebuah penguat operasional yang tanpa kendala untuk

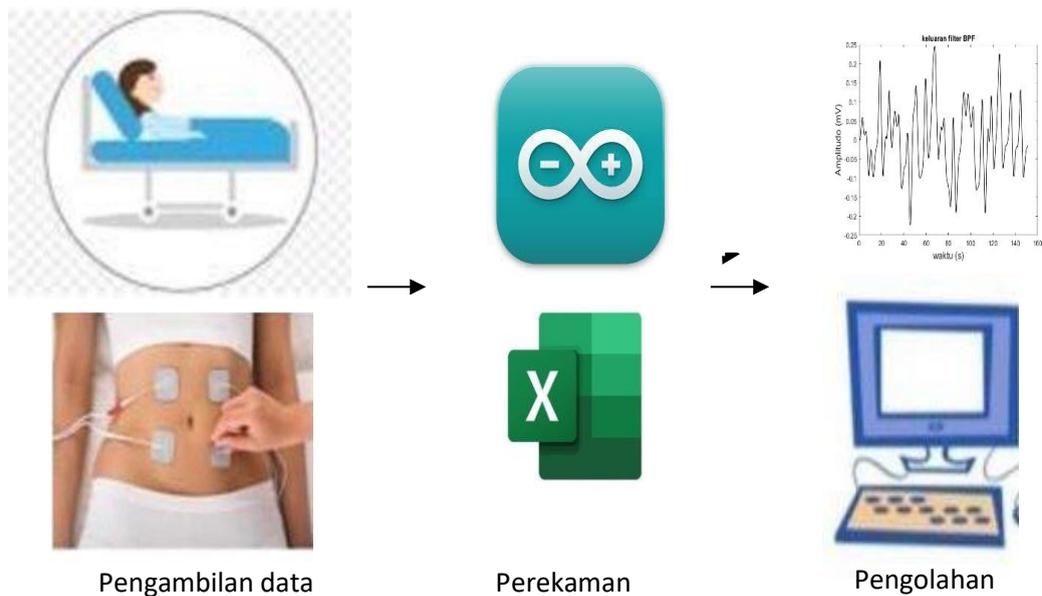
membangun tiga tiang low pass filter yang bisa pula menghilangkan suara tambahan.

Sinyal EGG memiliki bentuk yang menyerupai sinyal EKG oleh karena itu, penangkapan sinyal pada EGG bisa menggunakan sensor EKG. Pada umumnya sensor ini digunakan untuk aktivitas listrik pada jantung. Namun bisa pula digunakan untuk aktivitas listrik pada lambung karna memiliki spesifikasi yang memungkinkan karna memiliki kisaran suhu nilai 0 - 70 degree serta memiliki kisaran suhu kerja -40-85 degree dan modul AD8232 ini juga mudah untuk didapatkan serta harga yang terjangkau.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 Desain Sistem

Desain sistem ini berupa gambaran umum system yang akan dibuat pada Tugas Akhir. Dalam perancangan ini akan dibuat perangkat electrogastrogram yang mendeteksi aktivitas mioelektrik lambung menggunakan elektroda dan sensor EKG lalu akan ditampilkan secara real- time di PC dengan Arduino.



Gambar 3.1 Diagram Blok Desain Sistem

Pada gambar 3.1 merupakan konfigurasi klasifikasi pergerakan otot perut menggunakan elektroda yang terdiri dari :

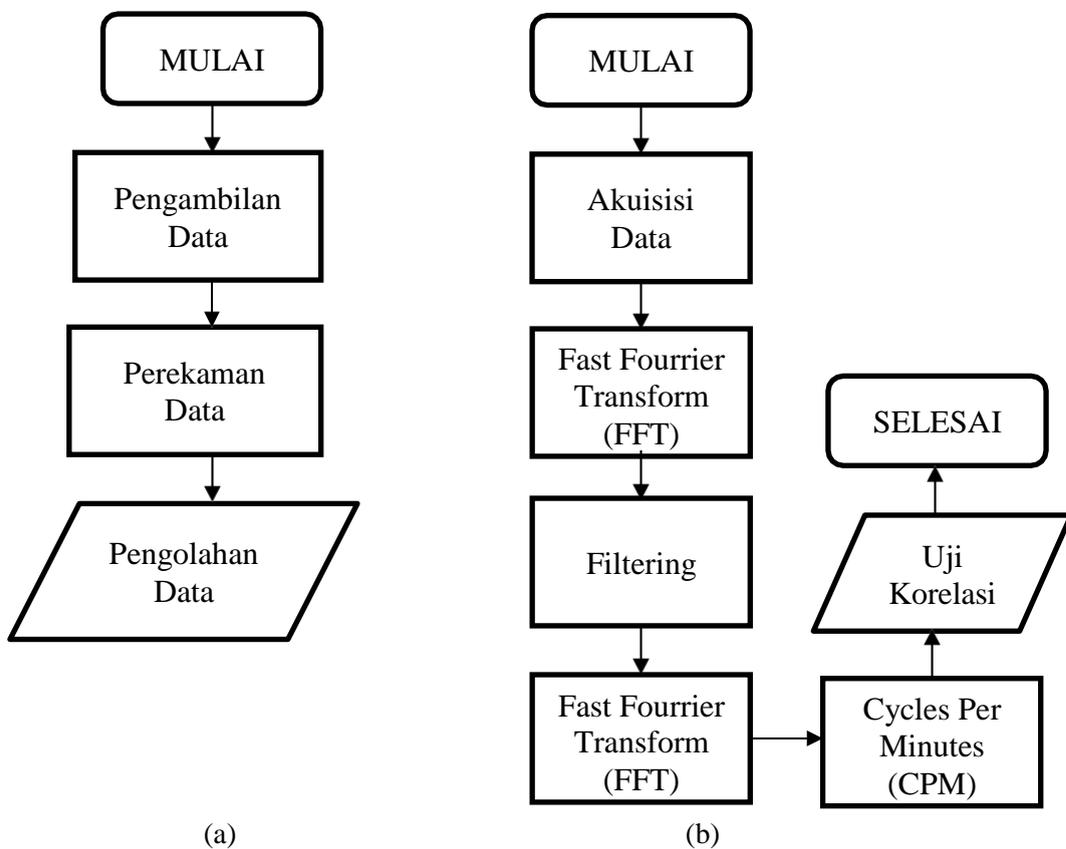
1. Melakukan proses deteksi pergerakan otot perut kepada pasien yang memiliki riwayat lambung normal menggunakan elektroda dengan penempatan elektroda yang diletakan A1 (kabel kuning) diletakan pada permukaan kuliat bagian kiri perut,lalu A2 (kabel hijau) diletakan di
2. tengah perut tepatnya 3cm diatas pusar dan A3 (kabel merah) diletakan di bagian kanan perut. Yang dimana proses ini diambil pada saat pasien 3 jam sebelum

makan dan sesudah makan.

3. Setelah mendapatkan sinyal di Arduino Ide pergerakan otot perut akan direkam menggunakan m.s excle.
4. Selanjutnya, user akan melihat hasil pergerakan otot perut dan melakukan penilaian subjektif saat EGG digunakan untuk membaca aktivitas lambung dengan pengolahan data di PC menggunakan software MATLAB.

3.2 Flowchart dan Introduction Perekaman

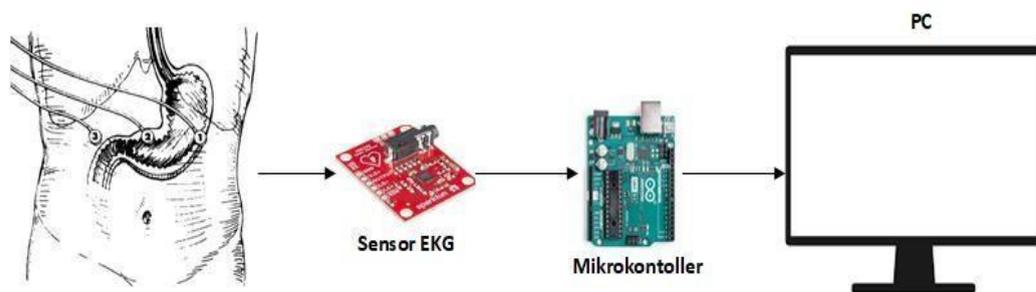
Pada penelitian kali ini perekaman pertama dilakukan saat subjek dalam kondisi 3 Jam sebelum subjek memasukkan makanan dan minuman apapun ke dalam lambung. Perekaman ke dua dilakukan saat 10 menit setelah subjek diberikan makanan nasi dan minuman sampai subjek merasa kenyang dan kembung.



Gambar 3.2 (a)Flowchart pengambilan data,(b) flowchart pengolahan data di Matlab

Pada gambar 3.2 adalah flowchart penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir menggunakan software Arduino dan MATLAB.alat Rekam Data dan spesifikasinya

Alat yang digunakan kali ini adalah menggunakan Modul EKG AD8232 , Arduino Uno dan 3 Elektroda. Modul ini biasa digunakan untuk sinyal EKG namun pada penelitian kali ini modul ini digunakan untuk sinyal EGG saja.



Gambar 3.3 Desain Alat

Elektroda sendiri digunakan untuk membantu mendapatkan sinyal organ tubuh. Saat perekaman subjek diberikan tempat yang nyaman agar subjek tidak pegal dan tegang disaat perekaman dimulai. selanjutnya modul melakukan pembacaan atau sebagai penyambung sinyal EGG , lalu arduino mengirim data berupa sinyal ke PC yang ditampilkan melalui software Arduino dan perekaman data menggunakan Microsoft excel lalu di olah ke software Matlab.

Setelah melakukan perekaman sinyal EGG akan didapatkan, pada gambar penempatan elektroda yang diletakan A1 (kabel kuning) diletakan pada permukaan kuliat bagian kiri perut,lalu A2 (kabel hijau) diletakan di tengah perut tepatnya 3cm diatas pusar dan A3 (kabel merah) diletakan di bagian kanan perut[12].

3.3 Ekstrasi Fitur

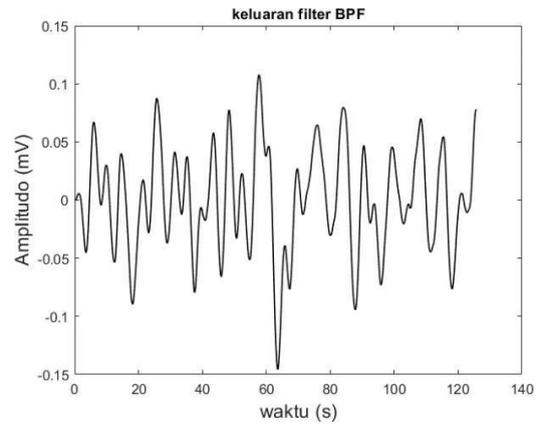
Saat pengambilan data selesai data akan di olah menggunakan MATLAB. Sinyal EGG yang sudah diambil dari subjek akan dianalisis perbedaan power

spectrum nya dalam domain frekuensi. Dan tiap subjek akan dibandingkan hasil data sebelum makan dan sesudah makan apakah ada perbedaan yang signifikan pada magnitude pada nilai spectrum nya atau tidak.

Pertama akan dilakukan pengambilan raw data dari Microsoft Excel dan Arduino ide dengan cara dilihat apakah sinyal nya sudah menyerupai sinyal EGG. Jika sudah menyerupai maka data dapat direkam lalu langsung memasuki proses pemfilteran menggunakan MATLAB untuk menghilangkan noise yang ada di raw data seperti, sinyal dari jantung, pernafasan dan hal hal yang dapat mengganggu hasil dari EGG.

Sebelum memasuki proses pemfilteran, data akan diberikan frekuensi sampling hingga mendapatkan sinyal EGG yang mudah di ekstrasi karna mengingat sinyal lambung yang sangat kecil yaitu di range frekuensi 0,03-0,07 Hz dan amplitude di 50-500 μV . Pada gambar 3.4 dibawah ini adalah salah satu metode pemfilteran yang digunakan yaitu bandpass filter butterwooth yang pada dasarnya dapat dihasilkan dengan cara menggabungkan lowpass filter butterwooth dan highpass filter butterwooth. Penelitian ini memakai filter butterwooth dikarenakan filter ini memiliki karakteristik respon filter yang flat untuk frekuensi yang dekat dengan 0[11], mengingat sinyal EGG memiliki range frekuensi dan range amplitude yang sangat kecil. Pada pemfilteran kali ini menggunakan frekuensi sampling di 50Hz dan orde filter 5 dengan frekuensi cut off LPF 0.25 Hz dan BPF di 0,016[12], pada gambar 3.5 contoh hasil keluaran bandpass filter :

Gambar 3.3 Output Filter



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Subjek Penelitian

Penelitian ini melibatkan 8 subjek .

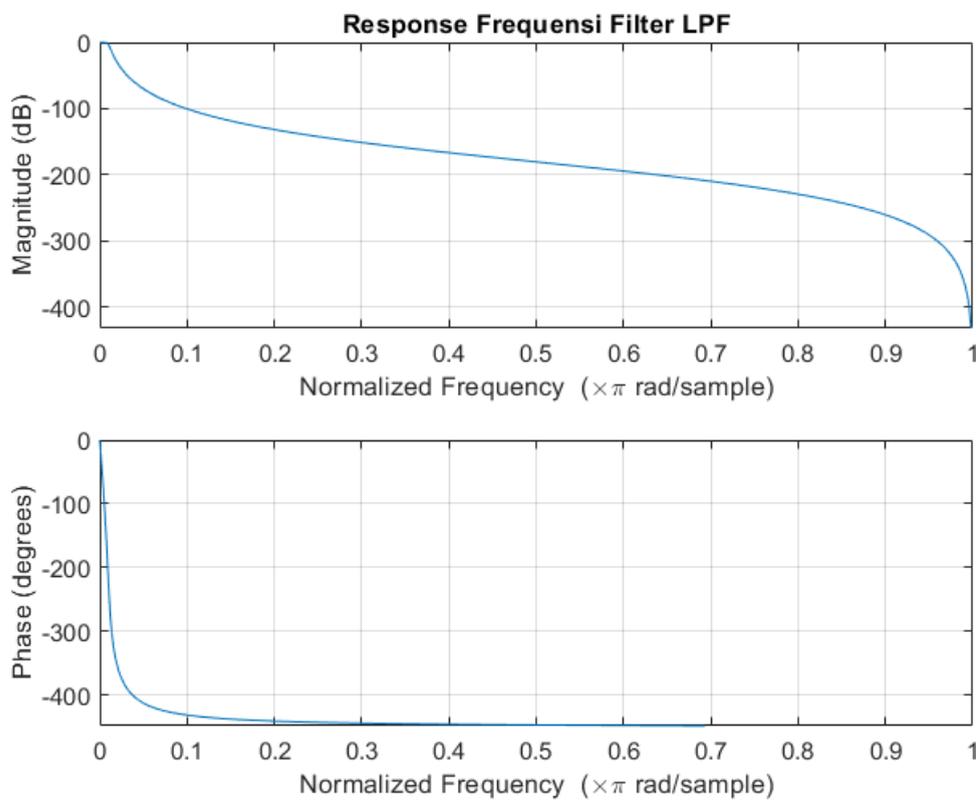
Tabel 4.1 BMI subjek penelitian

No	Subjek	BMI	Metabolisme (kkal/hari)	Penyakit Asam Lambung	Jenis Kelamin
1	Subjek 1	22 (<i>healthy</i>)	1748	Tidak ada	Pria
2	Subjek 2	24,6 (<i>over-weight</i>)	1868,2	Tidak ada	Pria
3	Subjek 3	19,8 (<i>healthy</i>)	1331,9	Tidak ada	Wanita
4	Subjek 4	23,4 (<i>over-weight</i>)	1415,6	Tidak ada	Wanita
5	Subjek 5	22 (<i>healthy</i>)	1563,4	Tidak ada	Pria
6	Subjek 6	28,4 (<i>over-weight</i>)	2278.2	Tidak ada	Pria
7	Subjek 7	23,4 (<i>over-weight</i>)	1265.20	Tidak ada	Wanita
8	Subjek 8	22(<i>healthy</i>)	1391.70	Tidak ada	Wanita

Dari table 4.1 diatas terdapat 8 subjek dimana subjek 1,3,5,7,8 memiliki BMI normal/healthy dan subjek 2,4,6 memiliki BMI kelebihan bobot/overweight. Agar saat perekaman tidak ada gangguan pada organ tubuh penelitian ini mencari tahu dahulu riwayat penyakit asam lambung pada tiap subjek, terutama pada penyakit lambung yang mempengaruhi sinyal perekaman. Data metabolisme pada subjek didapatkan dengan menggunakan rumus Harris Benedict (1999) dan mendapatkan hasil berbeda beda, dan semua subjek diketahui berada dalam kondisi sehat agar dilakukan perekaman.

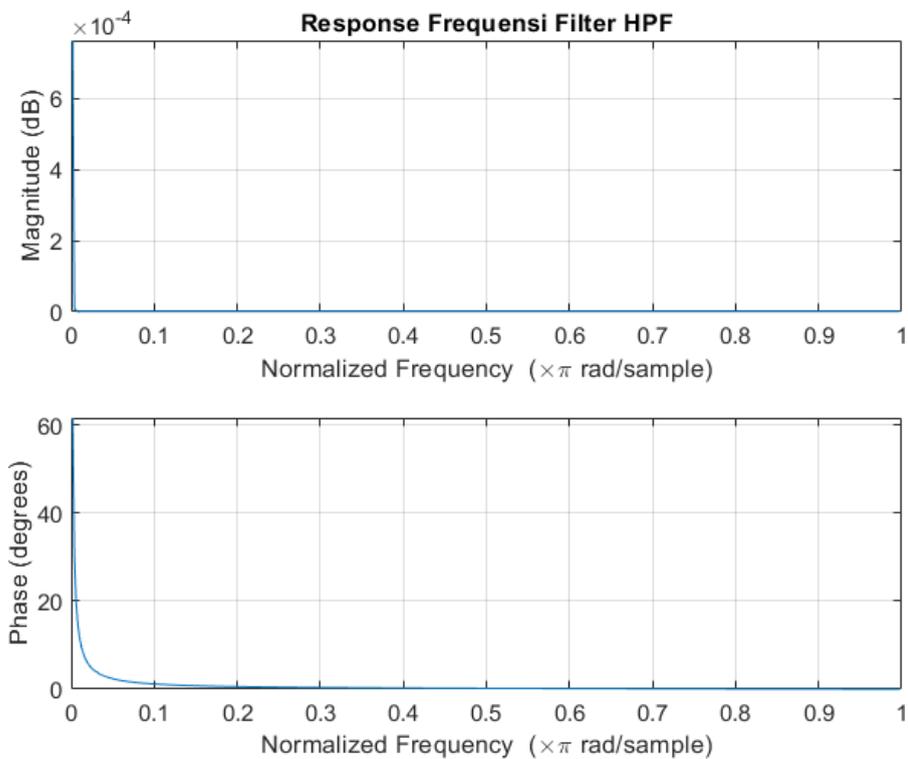
Dari 8 subjek berikut dilakukan perekaman pertama pada saat 3 jam tidak makan atau minum, dan perekaman kedua dimulai setelah 10 menit subjek diberikan makanan berupa nasi dengan lauk dan minum air hingga merasa kenyang atau kembung. Pada kondisi ini tiap subjek memerlukan porsi yang berbeda hingga sampai ke titik kenyang atau kembung.

4.2 Pre- Processing dan Perbandingan Hasil Sebelum dan Sesudah di Filter



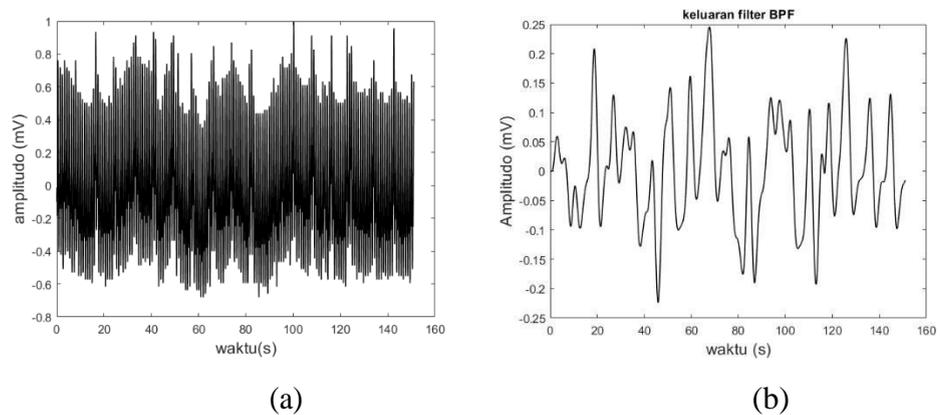
Gambar 4.1 Respon frekuensi filter LPF

Gambar 4.1 adalah respon frekuensi lowpass filter dengan orde filter 5, frekuensi sampling di 50 dan frekuensi cut-off 0,25, subjek yang digunakan adalah subjek 1 dengan data yang diambil setelah makan/minum.



Gambar 4.2 Respon frekuensi filter HPF

Gambar 4.2 adalah respon frekuensi highpass filter dengan orde filter 5 frekuensi sampling di 50 dan frekuensi *cut-off* 0,016. subjek yang digunakan adalah subjek 1 dengan data yang diambil setelah makan/minum



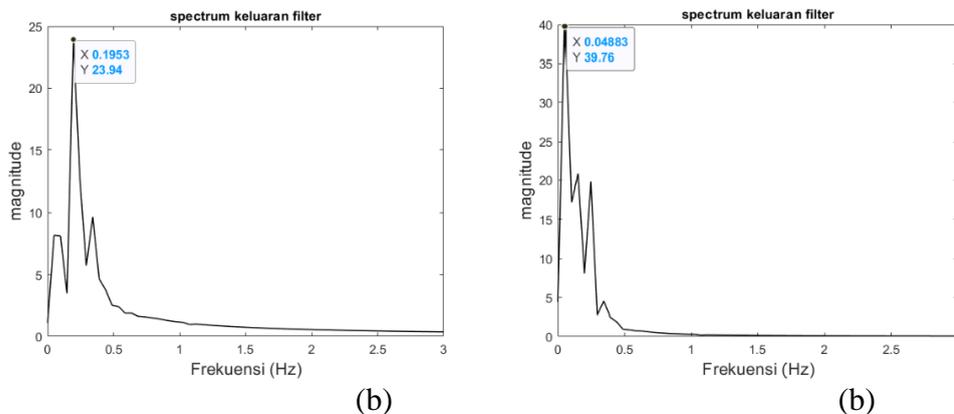
Gambar 4.3 (a) sinyal raw sebelum difilter, (b) sinyal raw sesudah difilter dengan BPF

Gambar 4.3 adalah data yang diambil sebelum dan sesudah difilter menggunakan bandpass filter yang merupakan filter utama yang digunakan dalam

penelitian ini dengan menggunakan orde filter 5 dan frekuensi sampling 50, subjek yang digunakan adalah subjek 1 dengan data yang diambil setelah makan/minum. Pada penelitian kali ini menunjukkan adanya pelemahan terhadap sinyal raw data saat sesudah difilter, dimana sesudah dilakukan pemfilteran amplitudo sinyal yang didapatkan berkisar 50 hingga $250\mu V$ sehingga bentuk sinyal sesudah difilter lebih dapat terlihat lebih jelas.

4.3 Perbandingan Hasil FFT Sinyal Spectrum Keluaran Filter

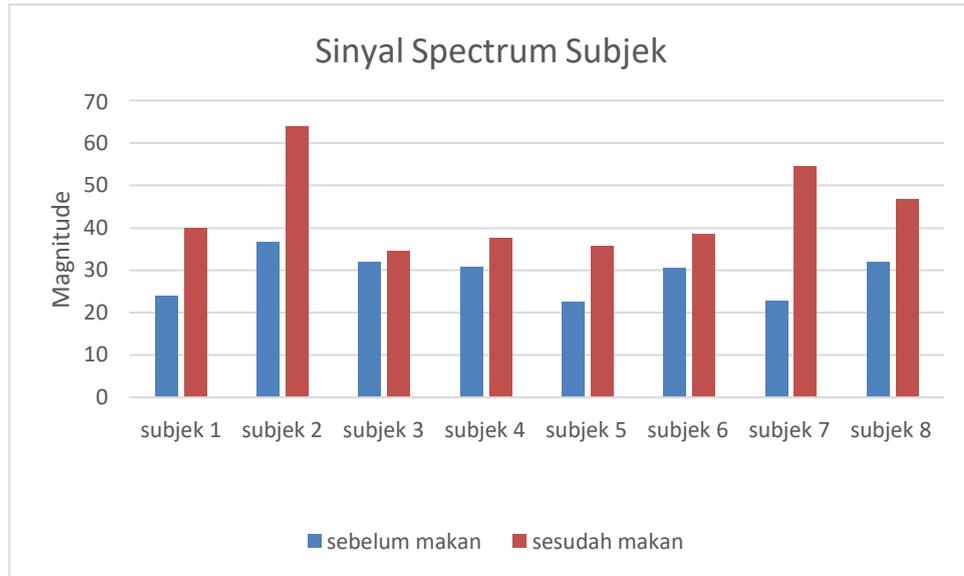
Sinyal EGG yang berbentuk sinusoidal bisa menerapkan Transformasi Fast Fourier (FFT) pada sinyal waktu EGG untuk menghasilkan spektrum frekuensi [13][14]. Penjelasan mendalam tentang analisis FFT berada di luar cakupan makalah; Namun, pembaca dapat merujuk ke literatur untuk aspek khusus FFT [15][16]. Singkatnya, aplikasi dari satu FFT ke sinyal EGG yang relatif panjang menghasilkan informasi yang tepat tentang frekuensi lambung utama. Tujuan dilakukan perbandingan hasil ini untuk melihat aktivitas pada lambung sebelum dan setelah makan.



Gambar 4.4 (a) sinyal spectrum sebelum makan (b) sinyal spectrum sesudah makan pada subjek 1

Sinyal EGG pada gambar 4.4 adalah hasil FFT dari subjek 1 guna melihat apakah ada perbedaann sinyal spectrum saat subjek sebelum makan dan sesudah makan. Sinyal yang sudah difilter akan dilakukan FFT guna melihat sinyal EGG di kisaran 0.03-0.07Hz. Pada gambar 4.4 menunjukkan benar adanya pergerakan pada

lambung setelah subjek diberikan makan dan minum hingga kenyang, hasil sinyal spectrum keluaran filter meningkat dikisaran 0,04-0,05 Hz. Hal tersebut menjelaskan bahwa ada pergerakan lambung pada subjek setelah makan dan minum seperti penelitian sebelumnya[25].



Gambar 4.5 Perbedaan Hasil FFT tiap subjek.

Dari gambar 4.7 adalah hasil sinyal spectrum dari seluruh subjek. Dari hasil seluruh subjek memiliki kenaikan sinyal spectrum saat sesudah makan, yang memengaruhi hal ini adalah adanya pengaruh air dan makanan yang masuk kedalam tubuh sehingga membuat adanya kenaikan pergerakan pada lambung.

Tabel 4.3 Hasil CPM tiap subjek

No.	Subjek	CPM		keterangan
		Sebelum makan	Sesudah makan	
1	Subjek 1	<i>tachygastria</i> (11,718)	Normal(2,9298)	Normal
2	Subjek 2	Normal(2,9298)	Normal(2,9298)	Normal
3	Subjek 3	<i>tachygastria</i> (5,5896)	<i>tachygastria</i> (5,5896)	<i>tachygastria</i>
4	Subjek 4	Normal(2,4853)	Normal(3,5808)	Normal
5	Subjek 5	<i>bradygastria</i> (1,9068)	Normal(2,8508)	Normal
6	Subjek 6	Normal (3,4146)	Normal(2,9298)	Normal
7	Subjek 7	<i>Tachygastria</i> (8,5693)	Normal(3,889)	Normal
8	Subjek 8	Normal(2,9298)	Normal(2,9298)	Normal

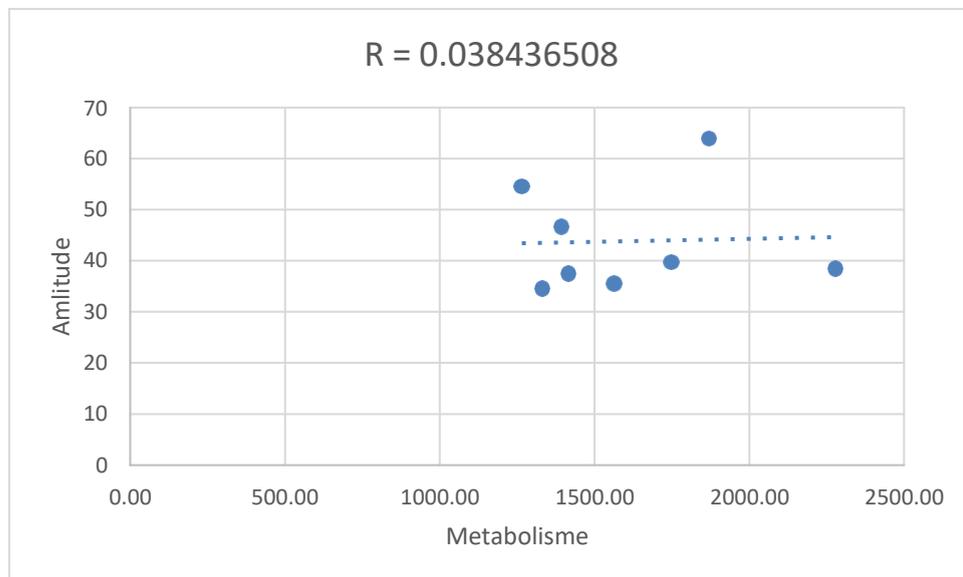
Tabel 4.3 didapatkan data cycles per minutes dari tiap subjek. Hasil ini didapatkan guna melihat kelainan pada gelombang lambat lambung tiap subjek. Frekuensi lambung normal biasa berada di kisaran 2-4 cpm, Adapun aktifitas gerak lambung tidak teratur seperti bradygastria dimana mengalami kelambatan 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).

Dari table 4.3 hanya subjek 3 yang memiliki keterangan tachygastria sedangkan subjek 1,2,4,5,6,7,8 memiliki gelombang lambat lambung normal. Hasil ini didapatkan dengan melihat puncak dominan magnitude pada sinyal spectrum.

4.4 Korelasi Sinyal Spectrum dan Data Demografi Subjek

Pada penelitian kali ini dilakukan uji korelasi menggunakan regresi linear pada sinyal spektrum sesudah makan terhadap nilai BMI dan metabolisme pada subjek. Hal ini bertujuan untuk melihat bahwa benar adanya korelasi antara BMI dan metabolisme. terjadi perbedaan data subjek saat sebelum makan/minum dan sesudah makan/minum. Dari 8 data yang diambil semua subjek mengalami kenaikan sinyal spectrum pada saat sesudah minum/makan. Untuk mencari penyebab terjadinya variasi sinyal yang berbeda dari subjek, maka dilakukan investigasi lebih lanjut guna mengetahui sinyal spectrum subjek yang mengalami kenaikan karena adanya motilitas lambung yang berproses setelah diberikan makan/minum. Pada kali ini akan menggunakan 2 arah analisis korelasi untuk mengetahui apakah kejadian tersebut dikarenakan adanya gangguan seperti BMI dan Metabolisme.

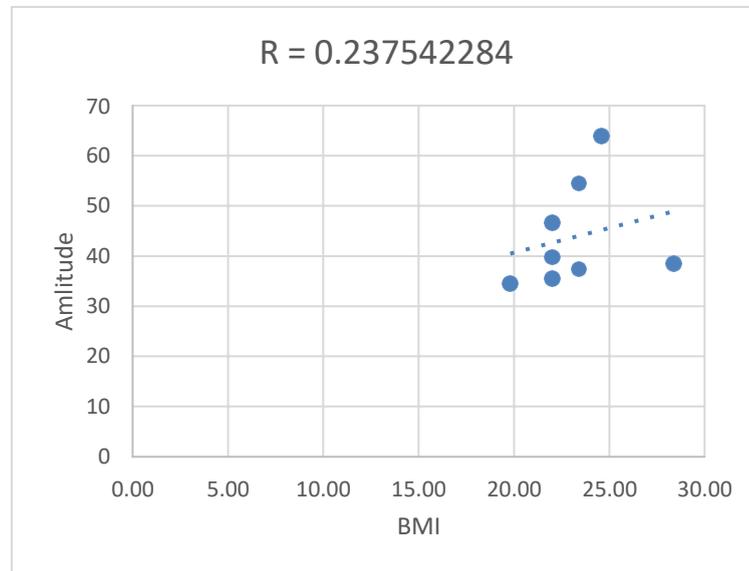
a. Metabolisme



Gambar 4.6 Hubungan Metabolisme subjek dengan sinyal spektrum setelah makan/minum

Dilakukan pengujian menggunakan regresi linear guna mengetahui adanya hubungan Metabolisme dengan kenaikan sinyal spectrum setelah makan/minum. Dari gambar 4.8 terlihat grafik regresi linear Metabolisme dengan kenaikan sinyal spectrum dapat diketahui bahwa Metabolisme yang mempengaruhi kenaikan sinyal spectrum dengan kolerasi sebesar 0.038436508. Dimana dengan nilai korelasi dibawah 0,5 menunjukkan bahwa hanya ada sedikit pengaruh sesuai dengan penelitian sebelumnya.

b. Body Mask Indeks (BMI).



Gambar 4.8 Hubungan BMI subjek dengan sinyal spectrum setelah makan/minum.

Selanjutnya mencari hubungan antara BMI dengan sinyal spectrum subjek setelah makan/minum dengan dilakukan pengujian regresi linear. Gambar 4.8 menunjukkan hasil dari regresi linear BMI dengan kenaikan sinyal spectrum, didapatkan hasil bahwa hanya ada sedikit pengaruh BMI dengan kenaikan sinyal spektrum. Hal ini ditunjukkan dengan $R = 0.237542284$. Dimana dengan nilai korelasi dibawah 0,5 menunjukkan bahwa hanya ada sedikit pengaruh sesuai dengan penelitian sebelumnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada aktivitas elektrik pada lambung ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Bandpass filter dengan orde filter 5 dan frekuensi sampling 50 Hz terbukti cukup untuk mendapatkan sinyal EGG dengan amplitude di kisaran $50-500\mu V$.
2. Benar adanya aktivitas pada lambung saat setelah makan dan minum, hal ini terbukti dengan adanya perbedaan sinyal spectrum yang dihasilkan subjek setelah makan dan minum. terjadi kenaikan sinyal spectrum pada semua subjek yang berarti penelitian kali ini mendapatkan hasil yang cukup baik.
3. Metode uji kolerasi menggunakan regresi linier dapat mengetahui adanya sedikit pengaruh sinyal spectrum dengan factor BMI dan Metabolisme. Uji kolerasi ini mendapatkan hasil dimana $R= 0.038436508$ untuk Metabolisme dan $R= 0.237542284$ untuk BMI. Dimana dengan nilai korelasi dibawah 0,5 menunjukkan bahwa hanya ada sedikit pengaruh sesuai dengan penelitian sebelumnya[24].

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil untuk penelitian selanjutnya adalah mengingat sinyal EGG yang sangat sensitif dengan adanya pergerakan dari organ tubuh lain dan bukanlah hal yang mudah untuk melakukan pemfilteran data hingga mendapatkan sinyal EGG di frekuensi yang tepat pada bagian lambung, maka penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengambilan data dengan menggunakan alat yang lebih baik, karna kesalahan kecil pada saat pengambilan data bisa membuat sinyal yang didapat bervariasi. Lalu untuk penelitian pula diharapkan subjek yang digunakan dalam kondisi sehat tidak memiliki riwayat penyakit pada perut atau lambung dan kalau bisa menggunakan subjek yang memiliki standar BMI normal tidak kelebihan bobot atau kekurangan bobot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Radjamin, I.S.P., Nusi, I.A., dan Kalanjati, V.P. 2019. Profil Penderita Gastro Esophageal Reflux Disease (Gerd) Dan Non-Erosive Reflux Disease (Nerd) Di Rsud Dr. Soetomo Surabaya. *Majalah Biomorfologi*. 29(1):1318.
- [2] Yin, J. dan Chen, J.D.Z. 2013. Electrogastrography: Methodology, Validation And Applications. *Journal Neurogastroenterol Motil*. 19(1):5-17.
- [3] Handrasekaran, R., hamizhvani, T.R.T, Dhivya, A.J.A., dan Hemalatha, R.J. 2020. Analisis Spektral Electrogastrogram. *Jurnal Internasional Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. 9(3):1534-1536.
- [4] 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.
- [5] H. Liang, "Extraction Of Gastric Slow Waves From Electrogastrograms: Combining Independent Component Analysis And Adaptive Signal Enhancement,". *Medical and Biological Engineering and Computing*, vol.43, no. 2, pp. 245–251, 2005. View at: Publisher Site | Google Scholar.
- [6] 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.
- [7] Wolpert, N., Rebollo, N., dan Baudry, C.N. 2020. Electrogastrography For Psychophysiological Research: Practical Considerations, Analysis Pipeline, And Normative Data In A Large Sample. *Psychophysiological*. Hal 1-25.
- [8] Z. L. DZ Chen, "Electrogastrogram," 2013. [Online]. Available: <https://studfile.net/preview/395626/page:10/>. [Accessed: 22-Jan-2021].
- [9] E. T. Ramadona, "HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH DAN TINGKAT AKTIVITAS FISIK PADA SISWA SEKOLAH DASAR KELAS V DI SD NEGERI SAMIRONO KECAMATAN DEPOK

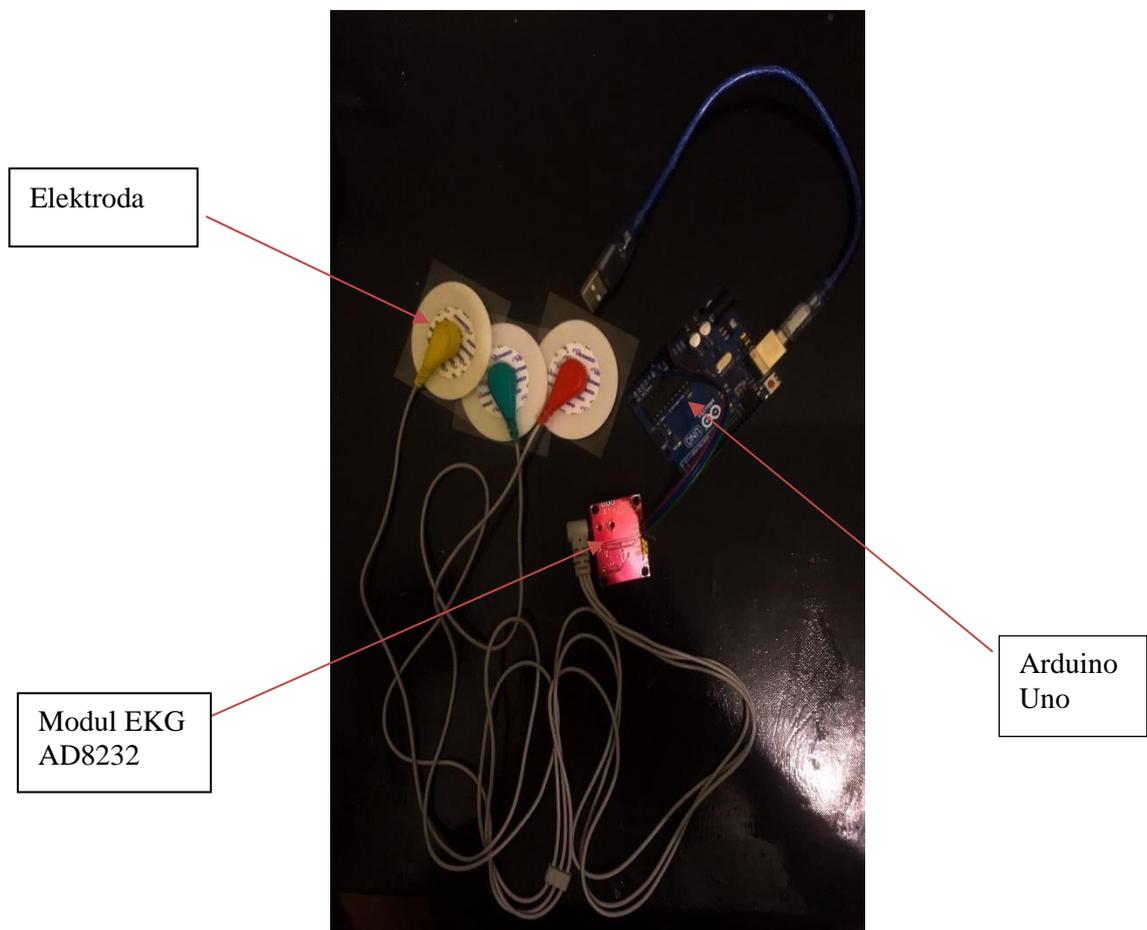
KABUPATEN SLEMAN,”nJ. Bus. Ethics, vol. 14, no. 3, p. 100, 2018.

- [10] Atika A. S., dan Auns Q. H. Al-Neami. 2015. Design and Implementation ofnMedical System for Measuring Glottal Activity (Electroglottography)International.Journal of Biological Engineering. 5(1): 1-10.
- [11] Kenneth L. Koch, in Encyclopedia of Gastroenterology. 2004. Recording And Analysis of Electrogastrograms.
- [12] C. P. Sanmiguel, M. P. Mintchev, and K. L. Bowes, “Electrogastrography: a Noninvasive Technique To Evaluate Gastric Electrical Activity,” Canadian. Journal of Gastroenterology, vol. 12, no. 6, pp. 423–430, 1998.View at:Google Scholar.
- [13] M. I. Oppenheim and D. F. Sittig, “An Innovative Dicrotic Notch Detectionalgorithm Which Combines Rule-Based Logic With Digital Signal Processing Techniques”. Computers and Biomedical Research, vol. 28, no. 2, pp. 154–170, 1995.View at: Publisher Site | Google Scholar.
- [14] K. L. Koch and R. M. Stern, “Electrogastrographic Data Acquisition And Analysis. The Penn State experience,” in Electrogastrography: Principles and Applications, J. Z. Chen and R. W. McCallum, Eds., pp. 31–44, Raven Press, New York, NY, USA, 1994.View at: Google Scholar.
- [15] T. L. Abell and J. R. Malagelada, “Electrogastrography: Current Assessment And Future Perspectives,” Digestive Diseases and Sciences, vol. 33, no. 8, pp. 982–992, 1988.View at: Google Scholar.
- [16] N. A. Chizh, “Physiological Interpretation Of Heart Rate Variability Spectral Analysis Data,” 2019. Fiziol. Zh., vol. 65, no. 2, pp. 31–42.
- [17] Hidayat, “Pengertian Analisis Regresi Korelasi Dan Cara Hitung Uji Statistik,” 2012. [Online]. Available: <https://www.statistikian.com/2012/08/analisis-regresikorelasi.html>. [Accessed: 29 Jan 2021].
- [18] 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.

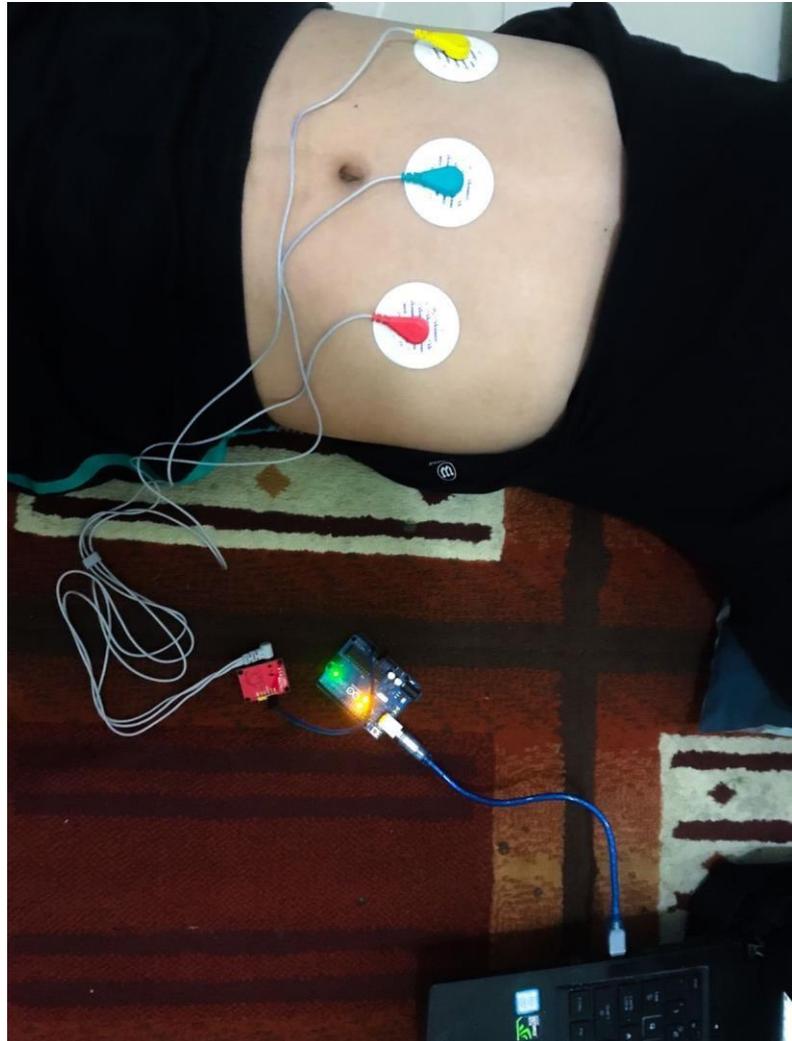
- [19] C. R. H. J. D. Kibble, *The Big Picture Medical Physiology*. New York: McGraw Hill, 2009.009
- [20] D. Turhusna and S. Solatun, "Perbedaan Individu dalam Proses Pembelajaran," *As-Sabiqun*, vol.2, no.1, pp.18–42, 2020.
- [21] J. Chen and R. W. McCallum, "response of the electric activity in the Human stomach to water And Solid meal," *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 29, no. 7, July, pp. 351–357, 1991.
- [22] R. Amalia and A. C. Kumoro, "Analisi Sifat Fisikokimia Dan Uji Korelasi Regresi Antara Nilai Derajat Substitusi Dengan Swelling Power Dan Solubility Pada Tepung Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst) Terasetilasi," *Inov. Tek. Kim.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–26, 2016.
- [23] <https://teknikelektronika.com/pengertian-band-pass-filter-bpf-tapis-lolos-antara/>
- [24] Hamzah H. H., 2020. *Pemrosesan dan Analisis Sinyal Elektrogastrogram (EGG) pada Kondisi Pre- dan Postprandial*. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- [25] Helmi A., dan Elta Y.A. *Pengaruh Minuman Energi terhadap Elektrogastrogram (egg) Manusia*. Fakultas Farmasi. Universitas Andalas.
- [26] Giuseppe, R, Francesco, Russo., and Flavia, I. 2003. *Electrogastrography In Adults and Children: The Strength, Pitfalls, and Clinical Significance of the Cutaneous Recording of the Gastric Electrical Activity*. Published online 2013 May 25. doi: 10.1155/2013/282757.
- [27] 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.
- [28] AJPM Smout, EJ van der Schee, dan JL Grashuis, 1980. "Apa yang diukur Dalam elektrogastrografi?". *Ilmu dan Penyakit Pencernaan*, vol. 25. 3, hlm.179-187.
- [29] JW Hamilton, BE Bellahsene, M. Reichelderfer, JG Webster, dan P. Bass, 1986. "Program elektrogastrogram manusia: perbandingan rekaman permukaan Dan mukosa", *Ilmu dan Penyakit Pencernaan*, vol. 31. 1, hlm. 33–39.

LAMPIRAN

1. Lampiran Gambar Komponen Hardware



2. Lampiran Dokumentasi Pengambilan Data



3. Lampiran Kodingan Matlab

```
%% pengambilan data arduino
clc;
clear all;
close all;
data = xlsread('datasebelumakan.xlsx');
sinyal=data;
delta=sinyal(7,1)-sinyal(6,1);
fs=50;
t=(0:length(sinyal)-1)/fs;

%normalisasi dan plot sinyal asli
figure(1);
sinyal=sinyal-mean(sinyal);
sinyal=sinyal/max(abs(sinyal));
plot(t, sinyal, 'k', 'LineWidth', 1);
xlabel('waktu(s)', 'FontSize', 14);
ylabel('amplitudo (mV)', 'FontSize', 14);

%% sinyal fft(NFFT)
specsinyal=fft(sinyal, 1024);
yy=abs(specsinyal);

figure(2);
plot((0:511)*fs/1024, yy(1:512));
xlabel('Frekuensi (Hz)');

%% Filter LPF HPF
N = 5
[bH,aH] = butter(N,0.016/(fs/2), 'high'); %Bikin
Filter HPF
[bL,aL] = butter(N,0.25/(fs/2), 'low'); %Bikin
Filter LPF

outHPF = filter(bH,aH,sinyal);
outFilter = filter(bL,aL,outHPF);

figure(3)
%respons frekuensi filter HPF
freqz(bH,aH);
title('Response Frekuensi Filter HPF')
```

```

figure(4)
%response frekuensi LPF
freqz(bL,aL);
title('Response Frekuensi Filter LPF')

figure(5);
plot(t,outFilter,'k','LineWidth',1);
title('keluaran filter BPF');
xlabel('waktu (s)', 'FontSize',14);
ylabel('Amplitudo (mV)', 'FontSize',14);

figure(6)
Outspec=fft(outFilter,1024);
zz=abs(Outspec);
plot((0:511)*fs/1024,
zz(1:512), 'k', 'LineWidth',1);
xlabel('Frekuensi (Hz)', 'FontSize',14);
ylabel('magnitude', 'FontSize',14);
title('spectrum keluaran filter');
xlim([0 3]);

```