

**PENGUKURAN DAN PENGAMATAN SINYAL *ELECTROCARDIOGRAM*  
MENGUNAKAN *RASPBERRY* DENGAN TAMPILAN APLIKASI  
*MOBILE***



**TUGAS AKHIR**

**Program Studi  
S1 Teknik Komputer**

**Oleh :**

**Adrian Febiyanto**

**15410200022**

---

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**

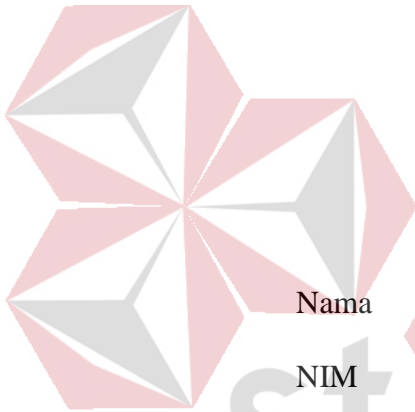
**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

**2019**

**PENGUKURAN DAN PENGAMATAN SINYAL *ELECTROCARDIOGRAM***  
**MENGUNAKAN *RASPBERRY* DENGAN TAMPILAN APLIKASI**  
***MOBILE***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

Nama : Adrian Febiyanto

NIM : 15410200022

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Teknik Komputer

Fakultas : Teknologi dan Informatika

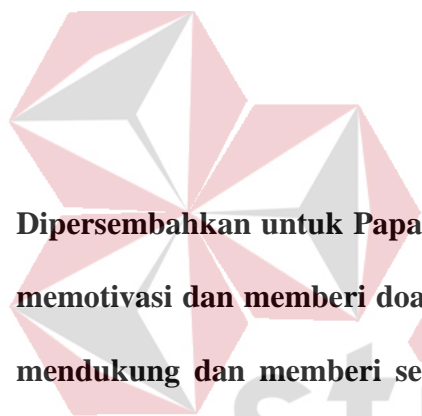
**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**  
**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

**2019**



*“Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh, kau akan  
jatuh di antara bintang - bintang”*

stikom  
SURABAYA



**Dipersembahkan untuk Papa, Mama dan Keluarga yang selalu mendukung, memotivasi dan memberi doa kepada saya, Beserta semua orang yang selalu mendukung dan memberi semangat agar tetap berusaha dan berdoa agar menjadi seseorang yang lebih baik lagi.**

**TUGAS AKHIR**  
**PENGUKURAN DAN PENGAMATAN SINYAL *ELECTROCARDIOGRAM***  
**MENGGUNAKAN *RASPBERRY* DENGAN TAMPILAN APLIKASI**  
***MOBILE***

Dipersiapkan dan disusun oleh

**Adrian Febiyanto**

**NIM : 15410200022**

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : 22 Juli 2019

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing

I. **Dr. Jusak**

NIDN. 0708017101

II. **Ira Puspasari, S.Si., M.T.**

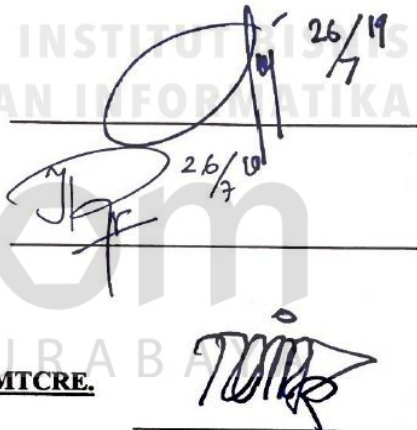
NIDN. 0710078601

Pembahas

I. **Heri Pratikno, M. T., MTCNA., MTCRE.**

NIDN. 0729047501

26/7  
26/7



Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana



FAKULTAS TEKNOLOGI  
DAN INFORMATIKA

**stikom**  
SURABAYA

**Dr. Jusak**

**Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika**

**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

## SURAT PERNYATAAN

### PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEIKHLASAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Adrian Febiyanto

NIM : 15410200022

Program Studi : S1 Teknik Komputer

Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika

Jenis Karya : Tugas Akhir

Judul Karya : **PENGUKURAN DAN PENGAMATAN SINYAL  
ELECTROCARDIOGRAM MENGGUNAKAN  
RASPERRY DENGAN TAMPILAN APLIKASI  
MOBILE**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialih mediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Juli 2019

3 menyatakan  
n Febiyanto  
NIM : 15410200022



## ABSTRAK

Jantung memiliki fungsi yang sangat penting yaitu memompa darah keseluruh tubuh. Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab kematian terbanyak didunia. Oleh karena itu diperlukan pemantauan jantung agar terhindar dari penyakit jantung, salah satu yang dapat diamati yaitu dengan melihat sinyal ECG (*Electrocardiogram*). Sinyal ECG (*Electrocardiogram*) adalah sinyal yang berisi aktifitas elektrik jantung manusia sehingga dapat menjadi metode yang cukup mudah sebagai pendeteksi kondisi jantung manusia.

Media konvensional yang ada sekarang, alat penyadap ECG (*Electrocardiogram*) masih menggunakan kertas perekam ECG yang kurang efisien, dikarenakan dapat mengalami kerusakan secara fisik. Maka dari itu pada era sekarang yang mengusung *industry 4.0* berbasis IoT (*Internet of Things*) dimana segala aspek mulai dikirim melalui internet, sehingga penggunaan media kertas rekam tersebut dapat dikurangi dan perlahan digantikan dengan media elektronik yang lebih praktis dan fleksibel.

Pada penelitian sebelumnya, hasil pembacaan data hanya dikirimkan pada jaringan lokal. Namun penelitian yang dilakukan kali ini, mengaplikasikan IoT (*Internet of Things*) sebagai metode pengiriman dan pengambilan data yang akan ditampilkan pada *smartphone* Android. Dengan menggunakan beberapa frekuensi sampling yaitu, 250 Hz, 500 Hz, dan 1000 Hz untuk 1000 data sampling sinyal ECG (*Electrocardiogram*), didapatkan hasil dari pengujian *cross-correlation* dengan tingkat keakurasian data antara pengirim dan penerima data sebesar 100 persen.

**Kata Kunci:** Sinyal ECG (*Electrocardiogram*), IoT (*Internet of Things*), *Cross-Correlation*.



## KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur ke haddirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kesehatan lahir dan batin sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Penulis mengambil judul *“Pengukuran dan Pengamatan Sinyal Elektrokardiogram Menggunakan Raspberry Dengan Tampilan Aplikasi Mobile”* ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya

Pada kesempatan kali ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Pimpinan Stikom Surabaya yang telah memberikan motivasi serta teladan yang dapat membantu penulis selama menempuh pembelajaran hingga saat ini.
3. Bapak Dr. Jusak selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya dan dosen pembimbing satu, yang telah banyak membantu serta mendukung kepada penulis sehingga pelaksanaan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
4. Ibu Ira Puspasari, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing dua yang senantiasa banyak memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Bapak Heri Pratikno, M.T., MTCNA., MTCRE. selaku dosen pembahas yang senantiasa memberikan masukan dan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir ini dengan baik.



6. Seluruh dosen Pengajar Program Studi S1 Teknik Komputer yang telah mendidik dan memberi motivasi kepada penulis selama masa kuliah di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
7. Teman-teman PT. Warung Biru dan seluruh rekanan SK angkatan 2015, adik dan kakak angkatan Jurusan S1 Teknik Komputer yang mendukung dan memberi semangat penulis selama masa dan penyusunan buku Tugas Akhir ini.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Banyak hal dalam laporan Tugas Akhir ini yang masih perlu diperbaiki lagi. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan yang dapat membangun dari semua pihak agar dapat menyempurnakan penulisan ini kedepannya. Penulis juga memohon maaf jika dalam penulisan ini, terdapat kata-kata yang salah serta menyinggung perasaan pembaca. Akhir kata penulis ucapkan banyak terima kasih yang besar kepada para pembaca, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SYARAT .....	ii
MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II.....	6
2.1 ECG ( <i>Electrocardiogram</i> ) .....	6
2.2 Grafik ECG ( <i>Electrocardiogram</i> ).....	7
2.3 TEGANGAN PADA ECG ( <i>Electrocardiogram</i> ) .....	8
2.4 POSISI PEMASANGAN ELEKTRODA ECG .....	8
2.5 Modul AD8232 .....	10
2.6 Modul ADS1115.....	13
2.7 Raspberry Pi.....	14

2.8	Firestore .....	16
2.9	Android Studio.....	17
2.10	Metode Sampling Nyquist.....	19
2.11	Metode <i>Cross-Correlation</i> .....	19
BAB III .....		21
3.1	Metode Penelitian .....	21
3.2	Perancangan Sistem .....	24
3.2.1	Fase Input Data .....	25
3.2.2	Fase Proses Data .....	27
3.2.3	Fase Pengiriman Data .....	30
3.2.4	Fase Pengambilan Data.....	33
3.2.5	Fase Penyajian Data.....	34
3.2.7	Tampilan Android.....	36
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	37
3.3.1	Alat Penelitian .....	37
3.3.2	Bahan Penelitian .....	37
3.4	Langkah Pengujian Sistem.....	38
3.4.1	Pengujian Sensor AD8232 dan ADS1115 .....	38
3.4.2	Pengujian Proses Sampling dan Rekonstruksi.....	39
3.4.3	Pengujian Pengiriman Data Menuju Firebase .....	40
3.4.4	Pengujian Pengambilan Data dan Rekonstruksi .....	40
BAB IV .....		42
4.1.	Pengujian sensor AD8232 dan ADS1115.....	42
4.1.1.	Tujuan .....	42
4.1.2.	Alat dan Bahan .....	42

4.1.3. Prosedur Pengujian .....	43
4.1.4. Hasil Pengujian .....	43
4.2. Sampling Sinyal Elektrik Jantung.....	44
4.2.1. Tujuan .....	44
4.2.2. Alat dan Bahan .....	45
4.2.3. Prosedur Pengujian .....	45
4.2.4. Hasil Pengujian .....	46
4.3. Rekonstruksi pada aplikasi <i>mobile</i> .....	79
4.3.1. Tujuan .....	79
4.3.2. Alat dan Bahan .....	79
4.3.3. Prosedur Pengujian .....	79
4.3.4. Hasil Pengujian .....	81
4.4. Perbandingan data antara Node sensor dengan Android .....	111
4.4.1. Tujuan .....	111
4.4.2. Alat dan Bahan .....	111
4.4.3. Prosedur Pengujian .....	111
4.4.4. Hasil Pengujian .....	113
BAB V.....	120
5.1 Kesimpulan .....	120
5.2 Saran .....	120
DAFTAR PUSTAKA .....	121
Lampiran 1 <i>Source Code</i> pada Python Raspberry .....	122
Lampiran 2 <i>Source Code</i> activity_main.xml.....	123
Lampiran 3 <i>Source Code</i> AndroidManifest.xml .....	124
Lampiran 4 <i>Source Code</i> MainActivity.java.....	124

Lampiran 5 <i>Source Code</i> CrossCor.m.....	130
BIODATA PENULIS .....	131



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Grafik ECG ( <i>Electrocardiogram</i> ) .....	7
Gambar 2.2 Letak Pemasangan Elektroda .....	9
Gambar 2.3 Blok Diagram AD8232 .....	11
Gambar 2.4 Modul AD8232 .....	11
Gambar 2.5 <i>High-Pass Filter</i> .....	12
Gambar 2.6 ADS1115 .....	13
Gambar 2.7 Raspberry Pi .....	14
Gambar 2.8 Logo Firebase .....	16
Gambar 2.9 Logo Android .....	18
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem .....	20
Gambar 3.1.1 <i>Flowchart</i> Program Sistem .....	22
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Input Data .....	24
Gambar 3.3 Data pembacaan sensor .....	25
Gambar 3.3 Hasil rekonstruksi sinyal .....	26
Gambar 3.4 Halaman Awal <i>Console</i> Firebase .....	27
Gambar 3.5 Halaman Awal url yang sudah dibuat .....	28
Gambar 3.6 Halaman pengaturan keamanan .....	29
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Pengiriman Data .....	30
Gambar 3.8 Child firebase .....	31
Gambar 3.9 Data dalam child firebase .....	32
Gambar 3.10 Proses menarik child dari firebase .....	33
Gambar 3.11 Proses konversi ADC .....	33

Gambar 3.12 Script pembuatan grafik .....	34
Gambar 3.13 Pembuatan tampilan android studio .....	35
Gambar 3.14 Script Tampilan Android.....	35
Gambar 3.15 Hasil sinyal pada tampilan smart phone.....	37
Gambar 4.1 Tampilan code Arduino IDE .....	43
Gambar 4.2 Tampilan sinyal ECG pada Serial Plotter .....	44
Gambar 4.3 Tampilan hasil pengambilan sample 1 .....	46
Gambar 4.4 Tampilan hasil pengambilan sample 2 .....	47
Gambar 4.5 Tampilan hasil pengambilan sample 3 .....	48
Gambar 4.6 Tampilan hasil pengambilan sample 4 .....	49
Gambar 4.7 Tampilan hasil pengambilan sample 5 .....	50
Gambar 4.8 Tampilan hasil pengambilan sample 6 .....	51
Gambar 4.9 Tampilan hasil pengambilan sample 7 .....	52
Gambar 4.10 Tampilan hasil pengambilan sample 8.....	53
Gambar 4.11 Tampilan hasil pengambilan sample 9.....	54
Gambar 4.12 Tampilan hasil pengambilan sample 10.....	55
Gambar 4.13 Tampilan hasil pengambilan sample 11 .....	56
Gambar 4.14 Tampilan hasil pengambilan sample 12.....	57
Gambar 4.15 Tampilan hasil pengambilan sample 13 .....	58
Gambar 4.16 Tampilan hasil pengambilan sample 14.....	59
Gambar 4.17 Tampilan hasil pengambilan sample 15 .....	60
Gambar 4.18 Tampilan hasil pengambilan sample 16.....	61
Gambar 4.19 Tampilan hasil pengambilan sample 17.....	62
Gambar 4.20 Tampilan hasil pengambilan sample 18.....	63



Gambar 4.21 Tampilan hasil pengambilan sample 19 .....	64
Gambar 4.22 Tampilan hasil pengambilan sample 20 .....	65
Gambar 4.23 Tampilan hasil pengambilan sample 21 .....	66
Gambar 4.24 Tampilan hasil pengambilan sample 22 .....	67
Gambar 4.25 Tampilan hasil pengambilan sample 23 .....	68
Gambar 4.26 Tampilan hasil pengambilan sample 24 .....	69
Gambar 4.27 Tampilan hasil pengambilan sample 25 .....	70
Gambar 4.28 Tampilan hasil pengambilan sample 26 .....	71
Gambar 4.29 Tampilan hasil pengambilan sample 27 .....	72
Gambar 4.30 Tampilan hasil pengambilan sample 28 .....	73
Gambar 4.31 Tampilan hasil pengambilan sample 29 .....	74
Gambar 4.32 Tampilan hasil pengambilan sample 30 .....	75
Gambar 4.33 Tampilan hasil rekonstruksi sample 1 .....	76
Gambar 4.34 Tampilan hasil rekonstruksi sample 2 .....	77
Gambar 4.35 Tampilan hasil rekonstruksi sample 3 .....	78
Gambar 4.36 Tampilan hasil rekonstruksi sample 4 .....	79
Gambar 4.37 Tampilan hasil rekonstruksi sample 5 .....	80
Gambar 4.38 Tampilan hasil rekonstruksi sample 6 .....	81
Gambar 4.39 Tampilan hasil rekonstruksi sample 7 .....	82
Gambar 4.40 Tampilan hasil rekonstruksi sample 8 .....	83
Gambar 4.41 Tampilan hasil rekonstruksi sample 9 .....	84
Gambar 4.42 Tampilan hasil rekonstruksi sample 10 .....	85
Gambar 4.43 Tampilan hasil rekonstruksi sample 11 .....	86
Gambar 4.44 Tampilan hasil rekonstruksi sample 12 .....	87

Gambar 4.45 Tampilan hasil rekonstruksi sample 13.....	88
Gambar 4.46 Tampilan hasil rekonstruksi sample 14.....	89
Gambar 4.47 Tampilan hasil rekonstruksi sample 15.....	90
Gambar 4.48 Tampilan hasil rekonstruksi sample 16.....	91
Gambar 4.49 Tampilan hasil rekonstruksi sample 17.....	92
Gambar 4.50 Tampilan hasil rekonstruksi sample 18.....	93
Gambar 4.51 Tampilan hasil rekonstruksi sample 19.....	94
Gambar 4.52 Tampilan hasil rekonstruksi sample 20.....	95
Gambar 4.53 Tampilan hasil rekonstruksi sample 21.....	96
Gambar 4.54 Tampilan hasil rekonstruksi sample 22.....	97
Gambar 4.55 Tampilan hasil rekonstruksi sample 23.....	98
Gambar 4.56 Tampilan hasil rekonstruksi sample 24.....	99
Gambar 4.57 Tampilan hasil rekonstruksi sample 25.....	100
Gambar 4.58 Tampilan hasil rekonstruksi sample 26.....	101
Gambar 4.59 Tampilan hasil rekonstruksi sample 27.....	102
Gambar 4.60 Tampilan hasil rekonstruksi sample 28.....	103
Gambar 4.61 Tampilan hasil rekonstruksi sample 29.....	104
Gambar 4.62 Tampilan hasil rekonstruksi sample 30.....	105
Gambar 4.63 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 1	108
Gambar 4.64 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 2	109
Gambar 4.65 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 3	110
Gambar 4.66 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 4	111
Gambar 4.67 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 5	112
Gambar 4.68 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 6	113

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Tabel rekap data sample.....	47
Tabel 4.2 Tabel Hasil Cross-Correlation .....	119



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab kematian terbanyak di dunia. Menurut survei *Sample Registration System* (SRS) di Indonesia sendiri Penyakit Jantung Koroner (PJK) menyandang predikat sebagai penyebab kematian tertinggi pada semua umur setelah stroke (depkes.go.id, 2017).

Penyakit ini sering dijuluki sebagai pembunuh tak bersuara karena seseorang yang mengidap penyakit ini tidak akan menyadarinya sebelum merasakan gejala – gejala dari serangan jantung.

Dalam kehidupan sehari-hari banyak sekali masyarakat Indonesia yang sering lupa akan kesehatan jantung mereka. Pola hidup yang tidak sehat hingga malas berolahraga menjadi pemicu penyakit jantung terutama sebagian masyarakat yang memiliki umur diatas 45 tahun. Untuk menjaga kondisi tubuh agar terhindar dari penyakit jantung ini dapat dilakukan dengan merekam data ECG (*Electrocardiogram*) guna mendeteksi dari awal kondisi seseorang memiliki masalah dengan penyakit ini sehingga harapannya penyakit ini dapat diketahui lebih dini untuk mencegahnya menjadi lebih parah. Elektrokardiogram yang dihasilkan dapat menunjukkan frekuensi, irama, sumbu, tanda *realiasi* tanda hipertrofi (pembesaran), dan tanda – tanda iskemik pada jantung (Sugiarto, 2016).

Pada era sekarang yang serba otomatis dan perkembangan teknologi yang sudah terhubung dengan koneksi Internet dimana sering disebut dengan istilah

IoT (*Internet of Things*), banyak sekali pemanfaatan dari teknologi ini guna mempersingkat waktu kirim data maupun sistem kontrol.

Penerapan teknologi IoT telah banyak dilakukan di berbagai bidang seperti sistem kontrol maupun monitoring alat. Penerapan IoT yang artinya segala sesuatu terkoneksi dengan internet, menggunakan *cloud* komunikasi. Salah satu *cloud* yang sangat direkomendasikan sebagai metode pengiriman data pada IoT yaitu *Firebase*.

*Firebase* sering digunakan karena banyak menyediakan fitur untuk perangkat IoT dan juga banyak lagi fungsi dan kegunaannya. Salah satu fiturnya yaitu *Firebase Realtime Database* dimana layanan ini menyediakan antarmuka pemrograman aplikasi yang memungkinkan data dari aplikasi disinkronkan di seluruh *client* yang tersimpan di *cloud firebase*. Data yang dikirim ke layanan ini akan disimpan di *database* yang dihost pada *cloud* dan data akan disimpan sebagai JSON dan dihubungkan secara *realtime* ke seluruh *client* yang terhubung.

Berdasarkan kelebihan dari *Firebase* dan permasalahan penelitian, maka diperlukan sebuah sistem komunikasi untuk memantau ECG (*Electrocardiogram*) seseorang agar dapat dipantau secara *real-time* oleh dokter dengan fokus bahasan berada pada pengiriman data dari sensor menuju node sensor, raspberry menuju *firebase*, dan pengambilan data dari *firebase* menuju aplikasi berbasis *mobile*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana mengintegrasikan sensor ECG (*electrocardiogram*) dengan *Raspberry Pi* dan modul ADS1115 ?
2. Bagaimana mengukur kualitas data dari sensor ECG (*electrocardiogram*) dengan *broker Firebase* dan dari *broker* menuju aplikasi *Mobile* ?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan dan perancangan alat ini, terdapat beberapa batasan masalah, antara lain :

1. Sampel pengujian merupakan laki – laki maupun perempuan dengan batas usia antara 20 – 55 tahun dengan jumlah 10 orang dan 3 kali pengambilan data tiap orang.
2. Perangkat yang digunakan yaitu *raspberry pi 2 / 3*, modul AD8232, dan ADS1115.
3. Komunikasi antara sensor AD8232 dengan *raspberry* menggunakan I2C (*Inter Integrated Circuit*).
4. Perangkat lunak untuk pemantauan data menggunakan aplikasi Android.
5. *Broker/server* yang digunakan yaitu *firebase realtime database*.

## 1.4 Tujuan

Dari latar belakang yang telah diuraikan, tujuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengintegrasikan sensor ECG (*Electrocardiogram*) AD8232 dan modul ADS1115 dengan *Raspberry Pi*.
2. Mengetahui kualitas data ECG (*Electrocardiogram*) yang dikirim menuju *firebase* dan data yang akan ditampilkan di aplikasi *Mobile*.

## 1.5 Sistematika Penulisan

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang pendahuluan dari Tugas Akhir yang membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

### BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang teori yang mendukung dalam pengerjaan Tugas Akhir yang meliputi definisi dari Elektrokardiogram, Grafik Elektrokardiogram, Tegangan Pada Elektrokardiogram, Posisi Pemasangan Elektroda, Modul AD8232, Modul ADS1115, *Raspberry Pi*, *Firestore*, dan yang terakhir *Android Studio*.

### BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang perancangan dan pembuatan sistem yang membahas mengenai perancangan sistem, penjelasan alat dan bahan penelitian, dan langkah pengujian sistem .



#### **BAB IV PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan tentang pengujian sensor AD8232 dan ADS1115, sampling sinyal elektrik jantung, rekonstruksi pada aplikasi *mobile*, dan perbandingan data antara Node sensor dengan firebase.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan yang menjawab pertanyaan dari rumusan masalah dan beberapa saran yang bermanfaat dalam pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

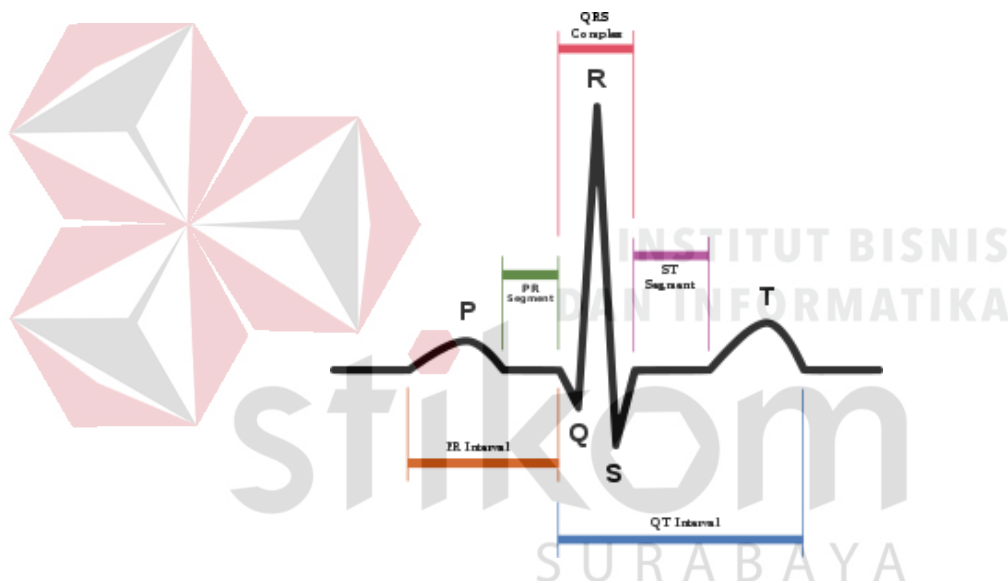
#### 2.1 ECG (*Electrocardiogram*)

ECG (Electrocardiogram) merupakan suatu sinyal yang dihasilkan dari aktivitas listrik jantung. Elektrokardiogram adalah grafik atau gambaran rekaman aktivitas listrik otot jantung, rekaman ini dapat dilihat pada alat yang disebut elektrokardiograf. Dengan meletakkan electrode dipermukaan tubuh, pada tempat yang sesuai, tegangan listrik yang dihasilkan dapat direkam. Grafik rekaman tegangan listrik yang dihasilkan otot – otot jantung selama siklus jantung inilah yang disebut elektrokardiogram (Sugarto, 2016).

Elektrokardiogram diperoleh sesuai dengan depolarisasi dan repolarisasi serambi dan bilik. Untuk memperoleh elektrokardiogram beberapa electrode dipasang pada permukaan tubuh pasien, Elektrode ini dihubungkan ke elektrokardiograf melalui kabel. Dari grafik ini dokter akan mendapatkan informasi tentang aktivitas listrik otot jantung untuk membantu diagnosis tentang keadaan jantung. Sandapan (lead) yang umum digunakan dalam elektrokardiografi adalah sandapan ekstrimitas dwikutub. Prinsip kerja elektrokardiograf bekerja dengan mengukur perbedaan potensial listrik pada tubuh manusia. Jantung memiliki parameter fisiologi dengan tegangan 0.1-5.0 (mV) dan frekuensi maksimal pengamatan 300 Hz . Dalam standar monitoring, pengamatan bandwidth yang digunakan lebih kecil yaitu 0.03-15.92 Hz (Permana, 2015).

## 2.2 Grafik ECG (*Electrocardiogram*)

Sinyal ECG (*Electrocardiogram*) secara umum hanya dapat dibaca dan dimengerti oleh dokter spesialis penyakit jantung (kardiovaskular) dikarenakan jika terdapat kesalahan analisa maka akan berakibat fatal pada diagnosa penyakit pasien. Rekaman ECG (*Electrocardiogram*) terdiri atas beberapa gelombang yang membentuk suatu kurva, gelombang ini yang akan merepresentasikan aktifitas otot jantung.



Gambar 2.1 Grafik ECG (*Electrocariogram*)

Pada Gambar 2.1 dalam 1 siklus aktifitas jantung akan membentuk suatu grafik dimana aktifitas itu meliputi kontraksi otot *atrium* (ruang penerima darah pertama), kontraksi otot *ventrikel*, dan relaksasi otot *ventrikel*. Kondisi otot jantung tersebut terbagi menjadi 5 gelombang dimana gelombang P mewakili kontraksi otot *atrium* dengan gelombang yang relatif kecil karena otot *atrium* sendiri yang tipis. Gelombang QRS yang merupakan gabungan dari deplesi pertama kebawah oleh gelombang

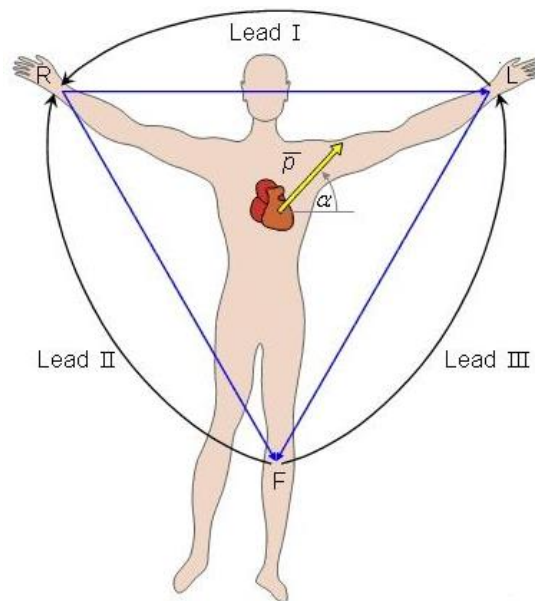
Q, deplesi keatas oleh gelombang R, dan deplesi kebawah setelah gelombang R oleh gelombang S. dan gelombang T yang mewakili kondisi dimana otot *ventrikel* kembali merenggang ke posisi semula (*repolarisasi*).

### 2.3 TEGANGAN PADA ECG (*Electrocardiogram*)

Besar dari tegangan normal yang membangun sinyal ECG (*Electrocardiogram*) bergantung pada posisi pemasangan elektroda yang menempel pada permukaan tubuh dan jarak dari elektroda ini dari jantung. Jika salah satu dari 3 elektroda dipasang langsung diatas jantung dan elektroda lainnya dipasang dibagian tubuh yang lain, maka akan menghasilkan kemungkinan nilai dari gelombang QRS akan lebih besar 3 sampai 4 *milivolt* (mV). Jika elektroda ini dipasang pada kedua lengan dan satu tungkai, tegangan yang dihasilkan untuk membentuk gelombang QRS nilainya sekitar 1 *milivolt* (mV) mulai dari puncak gelombang R sampai kedasar gelombang S. Tegangan pada gelombang P berkisar antara 0,2 sampai 0,3 *milivolt* (mV), dan gelombang T antara 0,1 sampai 0,3 *milivolt* (mV) (Solehudin, 2018).

### 2.4 POSISI PEMASANGAN ELEKTRODA ECG (*Electrocardiogram*)

Pengambilan sinyal ECG (*Electrocardiogram*) dapat melalui berbagai macam sadapan. Sadapan yang paling mudah dan praktis untuk diterapkan yaitu jenis Bipolar, dengan memasang 3 elektroda pada tangan kiri dan tangan kanan serta kaki kanan sadapan ini akan bersifat vertikal (dari atas kebawah dan samping).



Gambar 2.2 Letak Pemasangan Elektroda

Pada Gambar 2.2 Sadapan dari Bipolar ini terdiri atas 3 proses yaitu, sadapan I yaitu hasil dari beda potensial listrik yang dihasilkan dari elektroda yang terpasang pada tangan kanan yang bermuatan negatif (-) dengan tangan kiri yang bermuatan positif (+). Sehingga arah listrik jantung bergerak ke sudut 0 derajat (ke arah lateral kiri) sehingga didapatkan bagian lateral jantung pada sadapan I ini. Sadapan II dihasilkan dari beda potensial antara tangan kanan yang bermuatan negatif (-) kaki kiri yang bermuatan positif (+). Sehingga arah listrik jantung bergerak ke sudut +60 derajat (ke arah inferior) sehingga didapatkan bagian inferior jantung pada sadapan II. Bagian inferior juga dapat didapatkan dari sadapan III yang merupakan beda potensial dari tangan kiri yang bermuatan negatif (-), dengan kaki kanan yang bermuatan positif (+) dengan arah listrik jantung bergerak ke sudut +120 derajat.

### 1.4.1 Elektroda ECG Jenis Jepit

Elektroda jenis ini banyak digunakan di dunia kedokteran dikarenakan pemasangannya yang mudah dan juga tidak memerlukan teknik khusus dalam pemasangannya. Cukup dengan menempelkan elektroda ini di pergelangan tangan dan kaki, sinyal hasil sadapan akan langsung terbaca dalam bentuk tegangan.



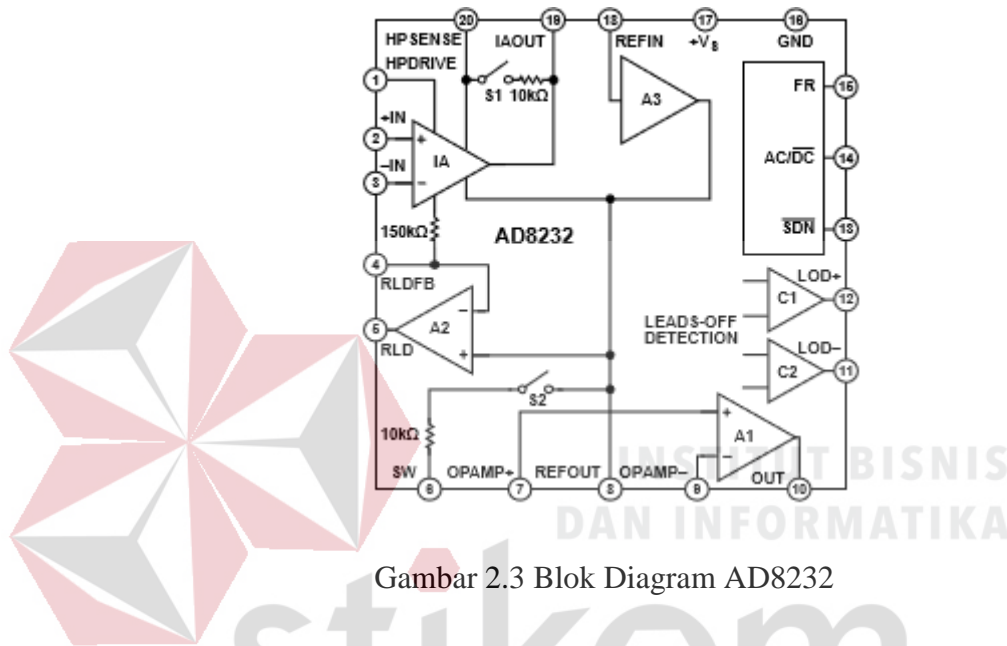
Gambar 2.3 Elektroda jepit

Pada Gambar 2.3 pemasangannya dimulai dengan mengoleskan signal gel elektrode di sisi penghantar elektroda jepit. Sisi elektroda yang terdapat penghantar ditempelkan di bagian dalam pergelangan tangan maupun kaki. Hubungkan elektroda dengan kabel dan nilai sinyal akan terbaca dari hasil sadapan ini.

## 2.5 Modul AD8232

AD8232 adalah kumpulan komponen yang ditujukan untuk pengukuran EKG dan aplikasi pengukuran biopotensial lainnya. Modul ini dirancang untuk mengekstraksi, memperkuat, dan menyaring sinyal biopotensial kecil pada kondisi bising, seperti yang diciptakan oleh gerakan atau penempatan elektroda jarak jauh. Desain ini memungkinkan konverter analog-ke-digital

(ADC) dengan daya rendah agar mikrokontroler dapat memperoleh sinyal output dengan mudah. AD8232 menerapkan *High pass filter* dua kutub untuk menghilangkan artefak gerak dan potensial setengah sel elektroda. Filter ini dipasangkan dengan arsitektur instrumentasi dari penguat untuk memungkinkan pemfilteran besar dan tinggi dalam satu tahap.



Gambar 2.3 Blok Diagram AD8232

Pada Gambar 2.3, dapat dilihat bahwa AD8232 berisi *amplifier* khusus yang dirancang menguatkan sinyal ECG dan juga menolak potensi setengah sel elektroda pada tahap yang sama. Hal ini didukung dengan adanya penggunaan komponen sebagai pencegah umpan balik arus tidak langsung.



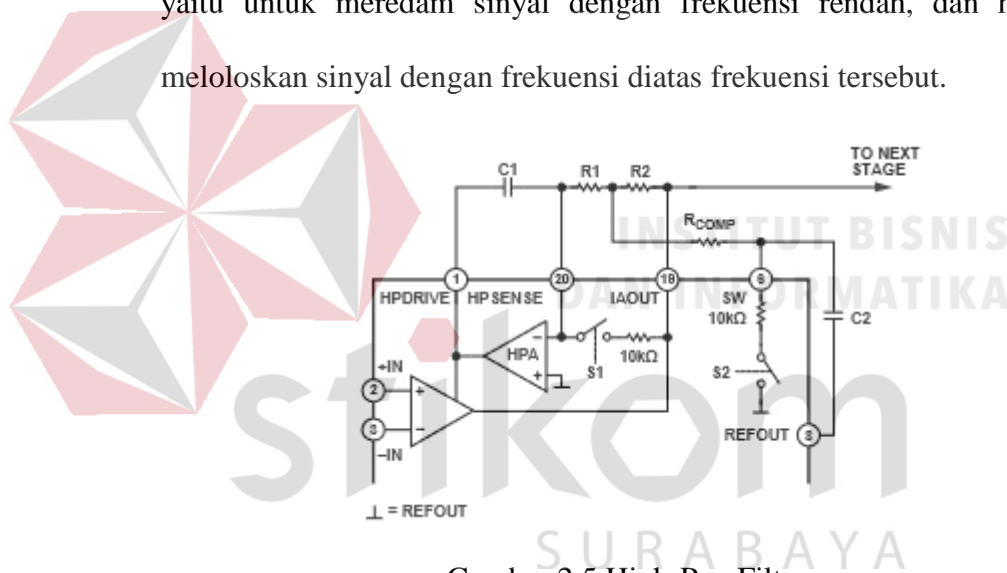
Gambar 2.4 Modul AD8232



Pada Gambar 2.4, modul AD8232 terdapat 2 pilihan penempatan *socket* elektroda, yaitu dapat menggunakan *Header Male* maupun dengan *jack* 3,5 mm. jenis elektroda yang digunakan dapat menggunakan elektroda jepit, maupun elektroda tempel yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

### 1.5.1 High-Pass Filtering

AD8232 menggunakan *High pass filter* dimana penggunaannya yaitu untuk meredam sinyal dengan frekuensi rendah, dan hanya meloloskan sinyal dengan frekuensi diatas frekuensi tersebut.



Gambar 2.5 High-PassFilter

Pada Gambar 2.5, dapat diperhatikan dengan rangkaian ini, frekuensi yang akan diloloskan berada pada posisi frekuensi yang sangat rendah. Dengan mengurangi separuh dari nilai frekuensi yang diterima rangkaian ini memiliki kemampuan filter untuk menolak sinyal frekuensi rendah *out-of-band*. Dengan nilai perhitungan filter sebagai berikut :

$$R1 = R2 \geq 100 \text{ k}\Omega$$

$$C1 = C2$$

$$R_{COMP} = 0.14 \times R1$$

Dan nilai *cutoff* frekuensinya berada di

$$f_c = \frac{10}{2 \pi \sqrt{R1 C1 R2 C2}}$$

Ket :  $f_c$  : Frekuensi *Cut off* (Hz)

R : Resistor ( $\Omega$ )

C : Kapasitor (F)

## 2.6 Modul ADS1115

ADS1115 merupakan modul adc (*analog to digital converter*) dengan tingkat cacahan data 16 bit dan dapat memproses data hingga 860 sampel per detik. Dengan menggunakan komunikasi I2C sebagai transfer datanya, modul ini dapat bekerja pada mode *single* maupun *differential channels* dimana terdapat 4 Pin *analog input*.



Gambar 2.6 ADS1115

Pada Gambar 2.6, dapat diperhatikan nilai sumber tegangan antara 2.0 – 5.5Vdc dari sumber daya, modul ini sudah dapat bekerja sebagai media pemroses data yang cukup banyak. ADS1115 memiliki fitur PGA (*Programmable Gain Amplifier*) dimana fitur ini dapat memperkuat sinyal pada input analog pada saat pengambilan nilai ADC.

## 2.7 Raspberry Pi

Raspberry Pi atau yang sering dikenal dengan nama Raspi, adalah komputer dengan ukuran yang sangat kecil namun memiliki fitur yang dapat menggabungkan kemampuan komputer dan mikrokontroler. Kemunculan pertama kali Raspberry Pi berasal dari Inggris. Dengan *operation system* yang sama persis dengan penggunaan komputer desktop, akan memudahkan dalam penggunaannya.

Raspberry Pi memiliki dua model: model A dan model B. Secara umum Raspberry Pi Model B memiliki kapasitas penyimpanan RAM sebesar 512 MB. Perbedaan model A dan B terletak pada modul penyimpanan yang digunakan. Model A menggunakan penyimpanan sebesar 256 MB dan penyimpanan model B sebesar 512 MB. Selain itu, model B sudah dilengkapi dengan port Ethernet (untuk LAN) yang tidak terdapat di model A. Desain Raspberry Pi didasarkan pada SoC (*system-on-a-chip*) Broadcom BCM2835, yang telah ditanamkan prosesor ARM1176JZF-S dengan kecepatan prosesor 700 MHz, GPU VideoCore IV, dan RAM sebesar 256 MB (model B). Sebagai media penyimpanan data dan juga OS (*Operation System*) Raspberry Pi menggunakan *SD Card* yang dimana kemampuan dari *SD Card* ini yang akan mempengaruhi dari segi transfer data Raspberry Pi ini.



Gambar 2.7 Raspberry Pi

Terdapat beberapa jenis daripada *raspberry pi* ini, dikarenakan banyak perubahan seiring dengan perkembangan teknologi. Maka banyak jenis dan penambahan – penambahan fitur, yaitu;

- Prosesor dengan kecepatan 2 GHz, 64-bit 4 inti
- Wireless LAN 802.11n
- Bluetooth 4.1 Low Energy
- RAM (*Random Access Memmory*) 1 GB
- 4 Port USB
- 40 Pin GPIO
- 1 Port HDMI
- 1 Port Ethernet
- Kombinasi jack 3,5 mm audio dan video komposit
- Port kamera (Opsional)
- Port layer/*display* (DSI) (Opsional)
- Slot kartu memori jenis SD
- VGA On Board VideoCore IV 3D

## 2.8 Firebase

Firebase adalah suatu layanan dari Google yang digunakan untuk mempermudah para pengembang aplikasi dalam mengembangkan aplikasi mereka. Dengan adanya Firebase, pengembang aplikasi tidak perlu memikirkan sistem dari segi penyimpanan di *Cloud* dan hanya cukup mengirimkannya saja. Dua fitur yang menarik dari Firebase yaitu Firebase Remote Config dan Firebase Realtime Database. Selain itu terdapat fitur pendukung untuk aplikasi yang membutuhkan pemberitahuan yaitu Firebase Notification.



Gambar 2.8 Logo Firebase

Pada Gambar 2.8 merupakan logo firebase yang berevolusi dari Envolv, startup sebelumnya yang didirikan oleh James Tamplin dan Andrew Lee pada tahun 2011. Envolv menyediakan jasa *interface* pemrograman aplikasi yang menyediakan fitur *chatting* kedalam situs web. Setelah merilis layanan *chatting*, Tamplin dan Lee mengembangkan layanan Envolv sehingga dapat digunakan untuk mengirimkan data aplikasi yang bukan hanya sekedar pesan singkat. Pengguna dapat menggunakan layanan Envolv untuk menyinkronkan data dari aplikasi seperti pengiriman data dari sensor

untuk ditampilkan di berbagai perangkat. Tamplin dan Lee memutuskan untuk memisahkan fitur *chatting* dan layanan *Cloud*. Tamplin dan Lee mendirikan Firebase sebagai perusahaan terpisah pada bulan April 2012.

### **FITUR FIREBASE**

Firebase menyediakan realtime database sebagai layanan. Layanan ini menyediakan tampilan antarmuka aplikasi yang menghubungkan data dari aplikasi untuk disinkronkan dengan seluruh pengguna yang ingin terhubung dan disimpan di *Firebase cloud*. Firebase menyediakan *library* yang memungkinkan dan mendukung hubungan secara mudah dan ringkas dengan Android, iOS, JavaScript, Java, Swift dan Node.js aplikasi. Database juga dapat diakses melalui REST API dan mendukung untuk beberapa JavaScript Frameworks seperti AngularJS, React, Ember.js dan Backbone.js. Pengguna yang menggunakan realtime database dapat mengamankan data dengan menggunakan fitur aturan keamanan yang diberlakukan oleh server firebase. Cloud Firestore yang merupakan generasi mendatang dari Firebase Realtime Database yang dirilis untuk penggunaan beta (masa percobaan). Firebase Realtime Database merupakan database yang di-host dari *cloud*. Data disimpan dengan format JSON akan disinkronkan secara realtime ke setiap klien yang terhubung.

## **2.9 Android Studio**

Android studio merupakan *Integrated Development Enviroment* (IDE) untuk sistem operasi android berdasarkan intelliJ IDEA. Platform android terdiri dari Sistem Operasi berbasis Linux, GUI (*Graphic User Interface*),

sebuah *web browser* dan aplikasi studio *End-User* yang dapat didownload melalui aplikasi yang telah disiapkan oleh pengembang sendiri.



Gambar 2.9 Logo Android

Pada Gambar 2.9 Andoid Studio memiliki beragam fitur yang dapat mendukung dan meningkatkan produktifitas dalam membangun aplikasi android, diantaranya :

- Emulator yang cepat dan fitur yang banyak
- Mendukung seluruh perangkat dengan Sistem Operasi Android
- Dapat digunakan melengkapi kekurangan aplikasi tanpa membuat APK baru
- Kode program yang terintegrasi dengan GitHub sebagai pembantu dalam pembuatan fitur aplikasi umum dan contoh kode
- Dukungan C++ dan NDK
- Dukungan Google Cloud Platform, sehingga mudah dihubungkan dengan Google Cloud Messaging dan *App Engine*
- Penjelasan fitur dasar

Android Studio akan mensimulasikan tampilan aplikasi kita selayaknya tampilan pada Sistem Operasi Android. Semua file yang sudah dibangun akan



muncul dibawah *Gradle Scripts* dengan isi folder *Manifest* berisi *AndroidManifest.xml*, Java berisi kode sumber java dan kode uji Junit, Res berisi seluruh sumber *non-code* seperti tata letak XML, String UI, dan gambar bitmap *interface*. Dikarenakan 1 *platform* (dibawah naungan Google.inc) android dan firebase memiliki hubungan yang dipermudah dalam segi akses dan juga tampilan.

## 2.10 Metode Sampling Nyquist

Detak jantung menghasilkan aktifitas elektrik dengan frekuensi tertentu, Karena EKG resolusi tinggi sering diharapkan mengandung komponen frekuensi tinggi hingga setidaknya 250Hz, laju pengambilan sampel minimal 1 kHz (Sornmo,2006). Dengan metode Nyquist dimana pengambilan sample harus 2 kali dari frekuensi sumber, maka dari itu pada proses sampling frekuensi jantung didapatkan frekuensi minimal sebesar 500 Hz. Variabel Q dipilih dengan hati-hati untuk memastikan bahwa sampel sinyal ECG mengandung komponen frekuensi tinggi hingga 250 Hz (Jusak, 2018). Apabila metode sampling Nyquist ini tidak terpenuhi maka akan timbul efek aliasing, dimana efek tersebut mengakibatkan frekuensi tertentu terlihat seperti frekuensi yang lain dengan kata lain menjadi alias dari suatu frekuensi sehingga menyerupai.

## 2.11 Metode Cross-Correlation

*Cross-Correlation* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan kemiripan antara dua buah suatu pola. Dengan membandingkan 2 pola tersebut dimana nilai – nilai dari kedua pola tadi digeser sejumlah banyak data untuk menentukan titik tengah dari kedua pola tersebut bernilai

sama atau tidak. Dalam statistik dan probabilitas, istilah *cross correlation* digunakan dalam acuan dalam pengerjaan dua vektor acak.

Bentuk paling sederhana dari korelasi silang yang dinormalisasi normalized cross correlation (NCC) adalah kosinus sudut antara dua vektor a dan b :

$$NCC = \cos \theta = \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}}{|\mathbf{a}| |\mathbf{b}|} = \frac{\sum_i a_i b_i}{\sqrt{\sum_i a_i^2} \sqrt{\sum_i b_i^2}}, \quad -1 \leq NCC \leq 1.$$

Keterangan:

Teta : sudut ( $^{\circ}$ )

a : vektor 1

b : vektor 2

NCC adalah salah satu aplikasi dalam berbagai bidang penelitian seperti fisika, pemrosesan sinyal, pencitraan medis, dan keuangan statistik (Kaso, 2018).

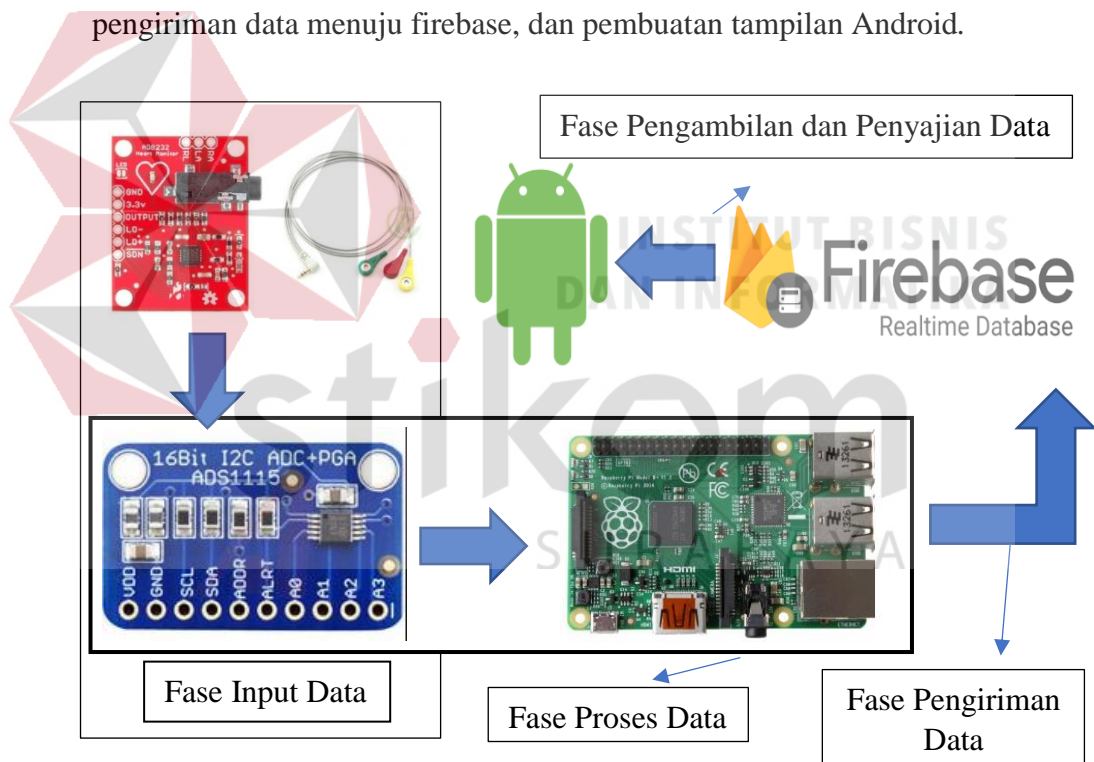
Dengan nilai korelasi = 1, maka banyak data yang dibandingkan merupakan data yang sama sesuai dengan banyak data yang dibandingkan sebelumnya dan mengerucut di titik LAG 0 dimana merupakan titik tengah dari banyak pengujian.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian dalam pengerjaan tugas akhir ini meliputi studi literatur dan percobaan. Studi literatur dilakukan untuk mencari referensi atau informasi dari berbagai buku, jurnal, dan artikel yang terkait dengan penelitian antara lain: Raspberry, pemrograman python, contoh sinyal ECG, pengiriman data menuju firebase, dan pembuatan tampilan Android.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 3.1, dapat dilihat bahwa modul AD8232 akan dihubungkan dengan modul ADS1115. Dimana data dari modul AD8232 akan diteruskan ke modul ADS1115 untuk membaca nilai ADC dari sensor yang dipasangkan ke tubuh pasien. Data tersebut akan diproses oleh node sensor (Raspberry Pi)

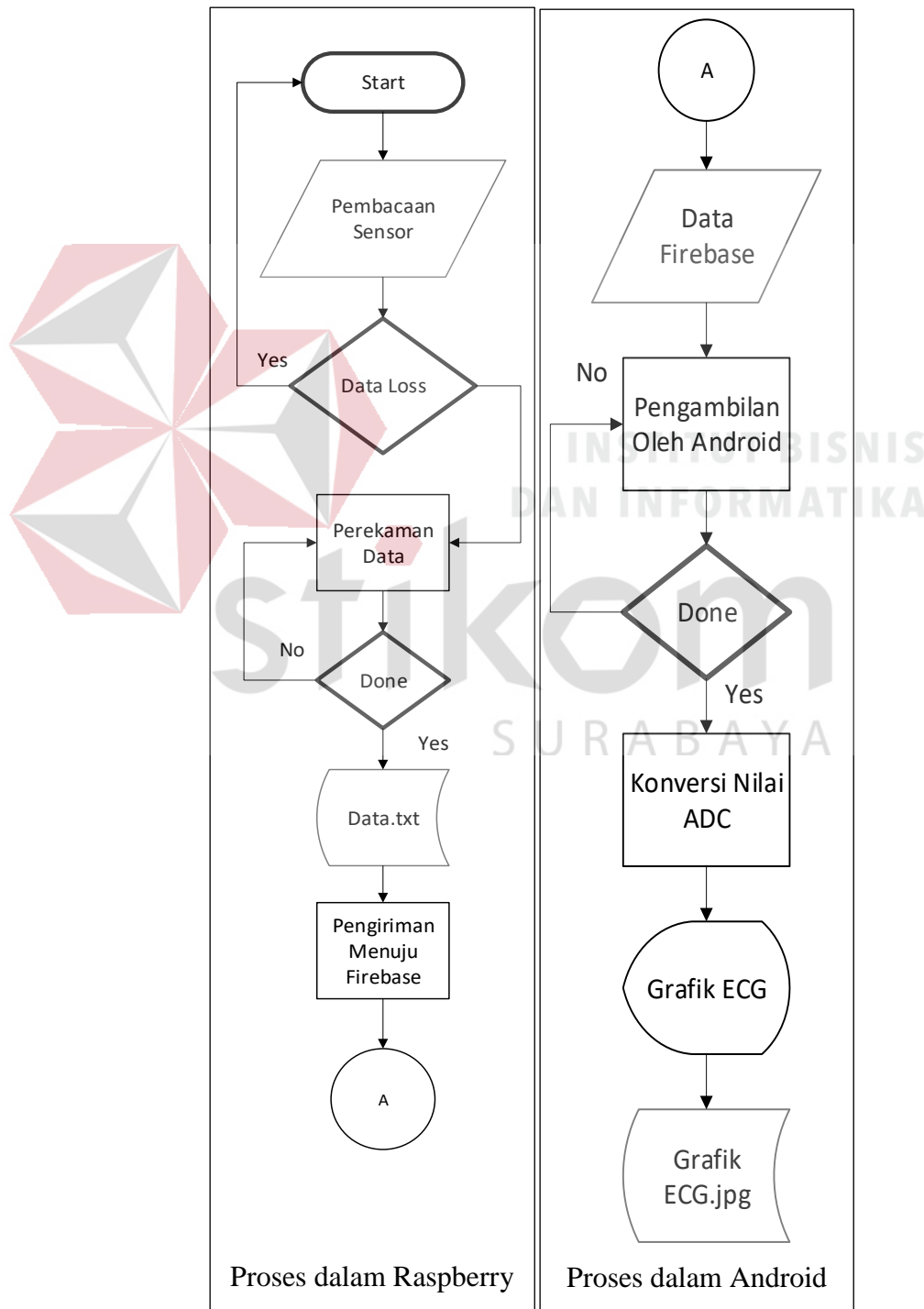
dimana hasil ADC dari modul ADS1115 diteruskan ke GPIO Raspberry. Data yang masuk akan dimodulasi untuk dikirimkan ke *broker* Firebase dimana data ini akan dititipkan ke fitur firebase *realtime database*.

Data yang berupa format JSON akan diambil dengan *library* yang telah disediakan oleh Python dan firebase. Dimana *library* ini akan otomatis melakukan berbagai proses mulai dari memperbaharui data, membuat, ataupun menghapus data. Aplikasi *mobile* yang akan digunakan sebagai media komunikasi dan pengambilan data dari *firebase* yaitu menggunakan Android Studio dan bentukan data dari firebase akan disajikan dengan tampilan berupa grafik ECG (*Electrocardiograph*). Pengujian yang dilakukan yaitu pengambilan data ECG (*Electrocardiograph*) dari 10 orang dengan rentang usia antara 20 – 55 tahun dengan 3 kali pengambilan data tiap orang. Dengan memasang elektroda jipit yang terhubung pada modul AD8232 dengan bantuan modul ADS1115 sebagai media konversi nilai ADC (*Analog to Digital Converter*), hasil data yang diambil akan diproses *Raspberry Pi* dan dikirimkan menuju *cloud firebase*. Untuk pengujian data ECG (*Electrocardiogram*) yang dikirim dan diterima dilakukan dengan metode *Cross-Correlation*. Pengambilan sampling sinyal ECG (*Electrocardiogram*) terbagi menjadi 250 Hz, 500 Hz, dan 1000 Hz.

Penggunaan modul ADS1115 digunakan untuk mengolah nilai ADC dari sensor AD8232 dan data tersebut akan dikirimkan ke *Raspberry* dengan komunikasi I2C (*Inter Integrated Circuit*). ADS1115 sendiri memiliki komunikasi I2C dengan kemampuan konversi ADC hingga 860 sampling per

detik serta kemampuan menerima input data hingga 250 KHz dan alamat I2C 7-bit pada 0x48 sampai 0x4B dimana pin ADDR akan dihubungkan dengan GND sehingga didapatkan alamat I2C 0x48 dengan *Raspberry* untuk pengiriman data sehingga pembacaan data dari sensor akan berjalan baik.

### 3.1.1 Flowchart Program



Gambar 3.2 FlowChart Program Sistem

Pada Gambar 3.2 proses dimulai ketika program dieksekusi oleh terminal monitor Raspberry, dimulai dengan pembacaan data dari sensor. Jika data tersebut terdapat loss / data hilang, maka proses akan diulang kembali hingga seluruh data yang masuk tidak ada yang hilang. Jika data tidak ada yang hilang maka langkah berikutnya yaitu hasil data tadi disimpan di file dengan format .txt untuk melihat data hasil pembacaan sensor. Data – data tersebut langsung dikirim ke Firebase setelah file .txt muncul, dan keseluruhan program pengiriman akan berakhir dengan tampilan “done” di terminal monitor.

Pada pengambilan data, data yang tersimpan di Firebase akan diambil dengan autentikasi kunci SDK yang sudah teregistrasi sebelumnya dipengaturan firebase dengan melakukan integrasi dengan android studio. Setelah data diambil dengan format .json, langkah selanjutnya yaitu dengan konversi datanya menjadi nilai digital dengan konversi ADC.

Setelah data tersebut sudah bernilai tegangan, data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik yang merepresentasikan besaran nilai tegangan dari pembacaan sinyal ECG. Setelah data tersebut muncul dalam bentuk grafik, hasil grafik dapat disimpan kedalam perangkat Android sebagai bentuk dokumentasi dari pasien.

### 3.2 Perancangan Sistem

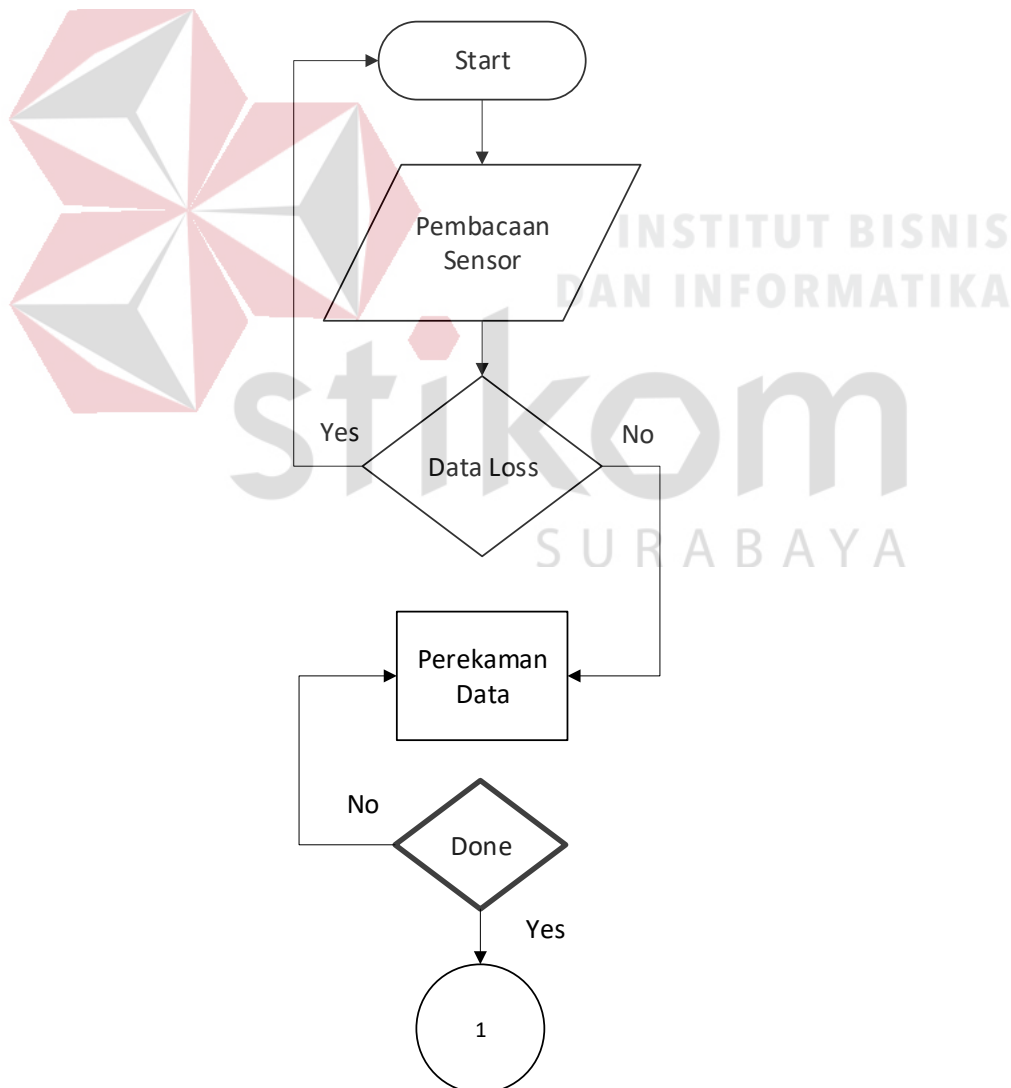
Proses yang dilalui untuk mendapatkan sinyal ECG yang akan ditampilkan di *smart phone* melalui beberapa tahap yaitu; fase input data, fase

proses data, fase pengiriman data melalui internet, dan fase pengambilan serta penyajian data.

Dari beberapa fase tersebut akan dijabarkan penjelasan tiap prosesnya dimana proses – proses tersebut meliputi :

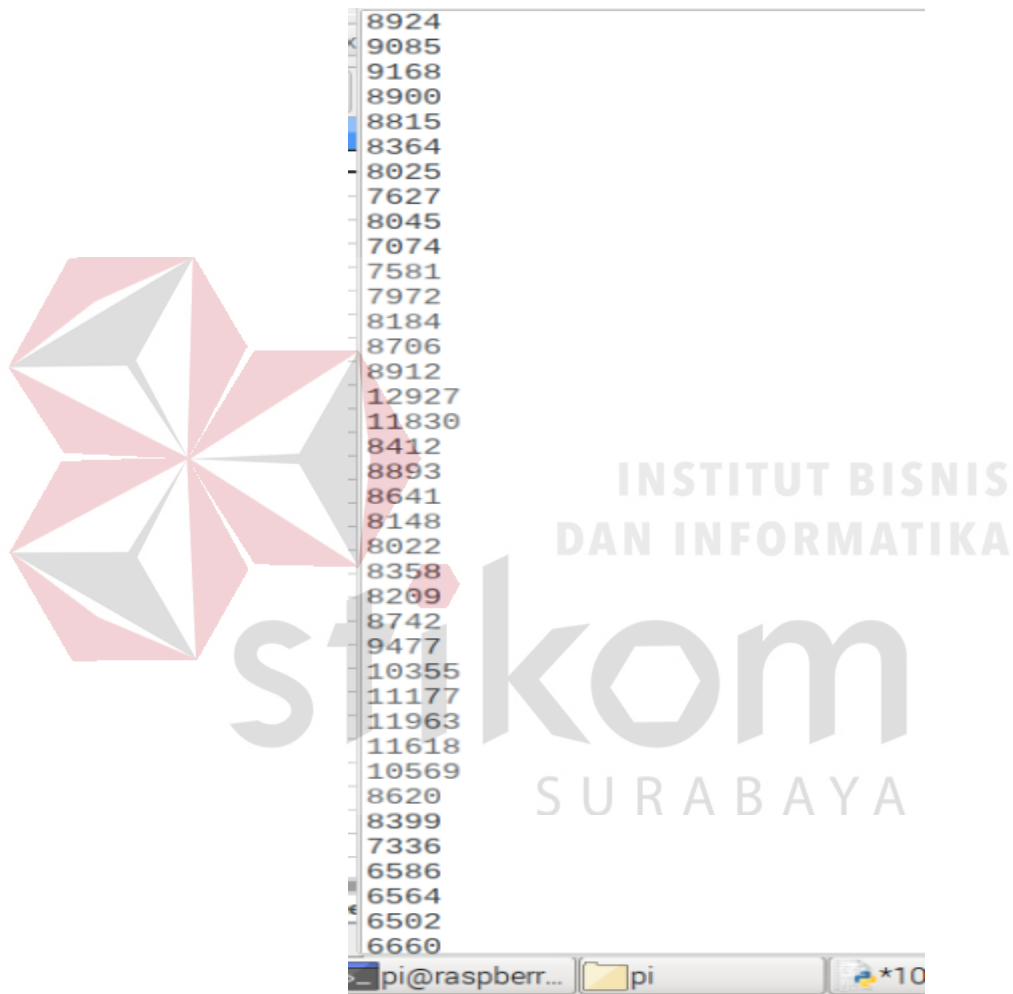
### 3.2.1 Fase Input Data

Pada proses ini, data akan diambil dari pembacaan modul ECG AD8232 oleh komunikasi I2C yang terhubung antara Raspberry dengan modul ADC ADS1115.



Gambar 3.2 Flowchart Input Data

Pada Gambar 3.2, Data yang masuk akan berupa nilai hasil pembacaan dari sensor ADS1115, sensor ini sendiri memiliki resolusi antara 0 – 65535 sehingga nilai dari pembacaan sensor AD8232 akan berada pada kisaran 0 – 5 volt yang direpresentasikan antara 0 – 65535.



Gambar 3.3 Data pembacaan sensor

Pada Gambar 3.3, dapat dilihat bahwa nilai yang muncul masih merupakan nilai mentah dari pembacaan sensor ADS1115. Data tersebut



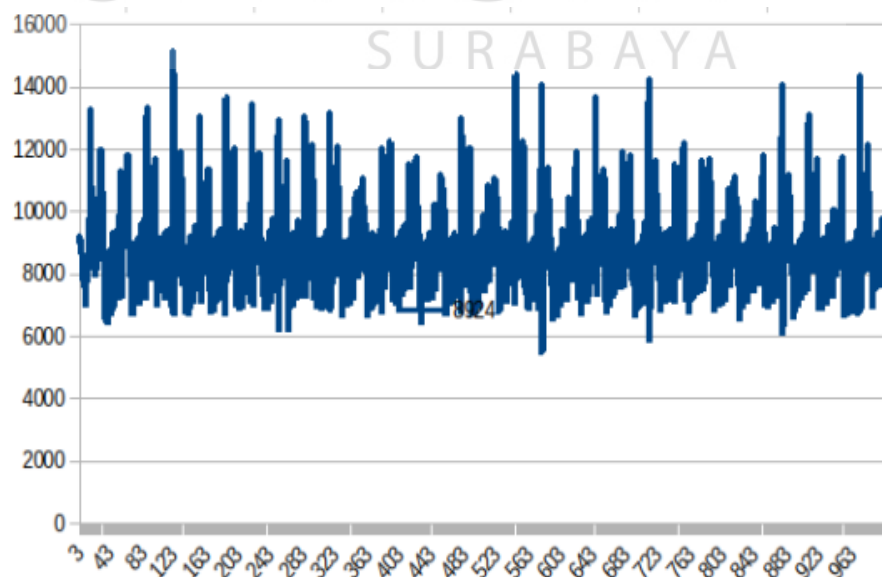
dapat dikonversikan menjadi satuan volt dengan menggunakan rumus

$$\text{ADC yaitu ; } \text{ADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times \text{resolusi ADC}$$

Nilai pada  $V_{in}$  merupakan pembacaan dari sensor,  $V_{ref}$  merupakan tegangan referensi dimana tegangan ini yang diberikan ke sensor sebagai sumber daya, dan yang terakhir resolusi ADC merupakan kemampuan mengolah nilai dari modul ADC ADS1115 yang sebesar 16 bit sehingga resolusi ADC akan bernilai 65535.

### 3.2.2 Fase Proses Data

Pada proses ini, data hasil pembacaan sensor AD8232 yang masih berupa nilai ADC akan direkonstruksi sehingga menyerupai bentuk sinyal ECG normal. Pemrosesan dimulai saat seluruh data hasil sampling masuk menuju file .txt sebagai wadah penampungan data guna rekonstruksi grafik. Dengan menggunakan aplikasi libre office calc yang terdapat di raspberry, pemodelan sinyal ECG dapat dibuat.



Gambar 3.3 Hasil rekonstruksi sinyal

Gambar 3.3 menunjukkan sinyal ECG hasil pembacaan sensor AD8232 yang masih berupa data mentah dari ADS1115. Sinyal hasil pembacaan ini merupakan acuan daripada hasil akhir yang akan tampil di *Smart Phone* dimana sinyalnya akan menyerupai hasil rekonstruksi dengan *libre office calc*.

### Proses Pembuatan Database

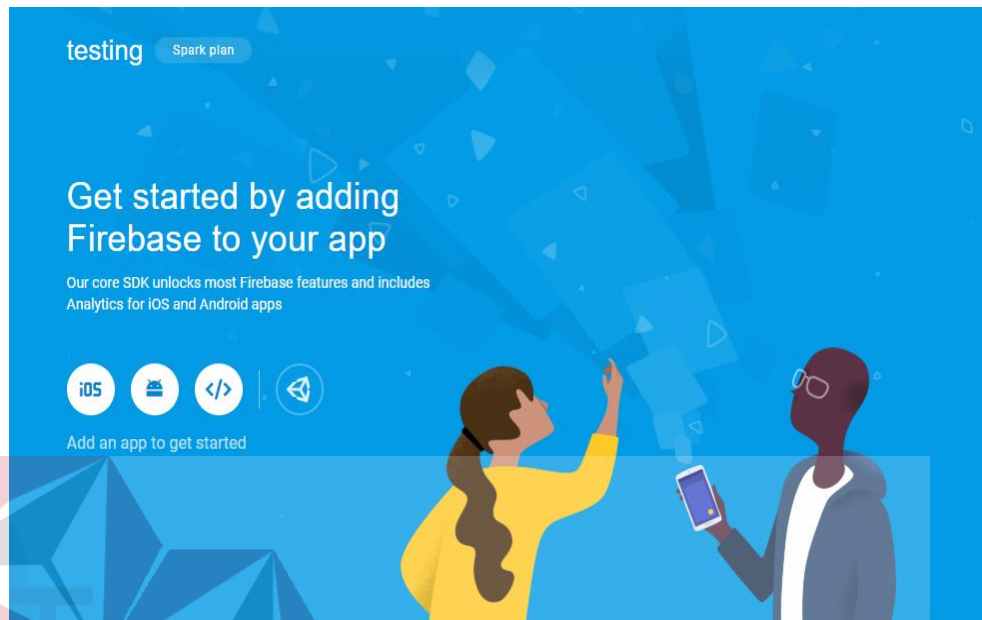
Proses pembuatan wadah dari data yang akan dikirim dari raspberry dan yang akan diambil oleh android studio. Proses ini dimulai dengan mengakses halaman firebase di [www.console.firebase.google.com](http://www.console.firebase.google.com) dimana sebelumnya sudah harus login terlebih dahulu dengan alamat email google.



Gambar 3.4 Halaman Awal Console Firebase

Pada Gambar 3.4 tambahkan *project* baru dengan menekan tampilan add, dan memasukkan nama proyek baru yang akan dibuat. Nama proyek ini yang akan digunakan sebagai alamat url (*Uniform*

*Resource Locator*) yang akan menunjukkan alamat isi dari data yang dikirim dari raspberry.



Gambar 3.5 Halaman Awal url yang sudah dibuat

Pada Gambar 3.5, merupakan halaman awal dari proyek yang telah dibuat sebelumnya. Untuk dapat mengakses fitur – fitur firebase, halaman ini adalah langkah awal untuk memilih beberapa fitur yang firebase miliki. Untuk penelitian kali ini gunakan fitur real time database, yang digunakan sebagai wadah keluar masuk data.

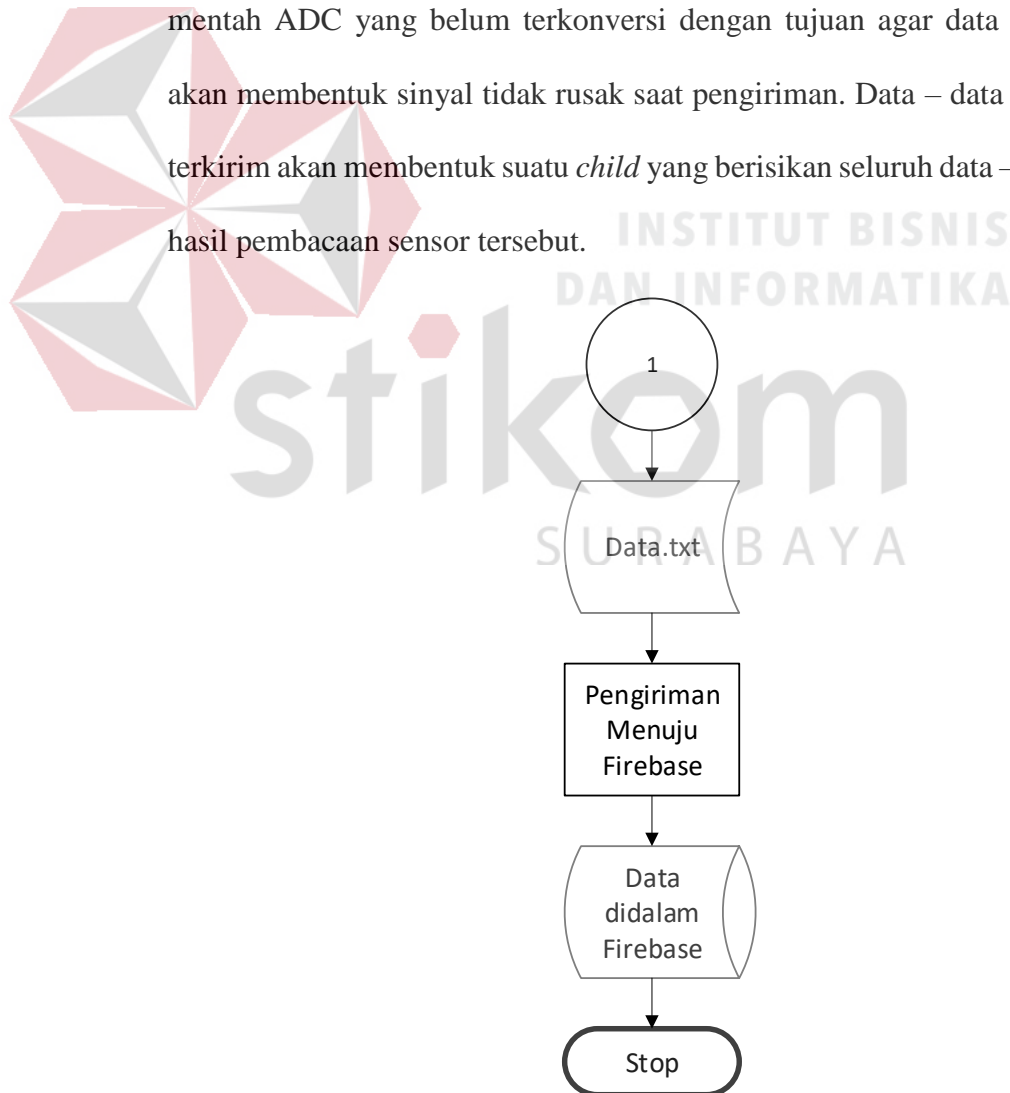


Gambar 3.6 Halaman pengaturan keamanan

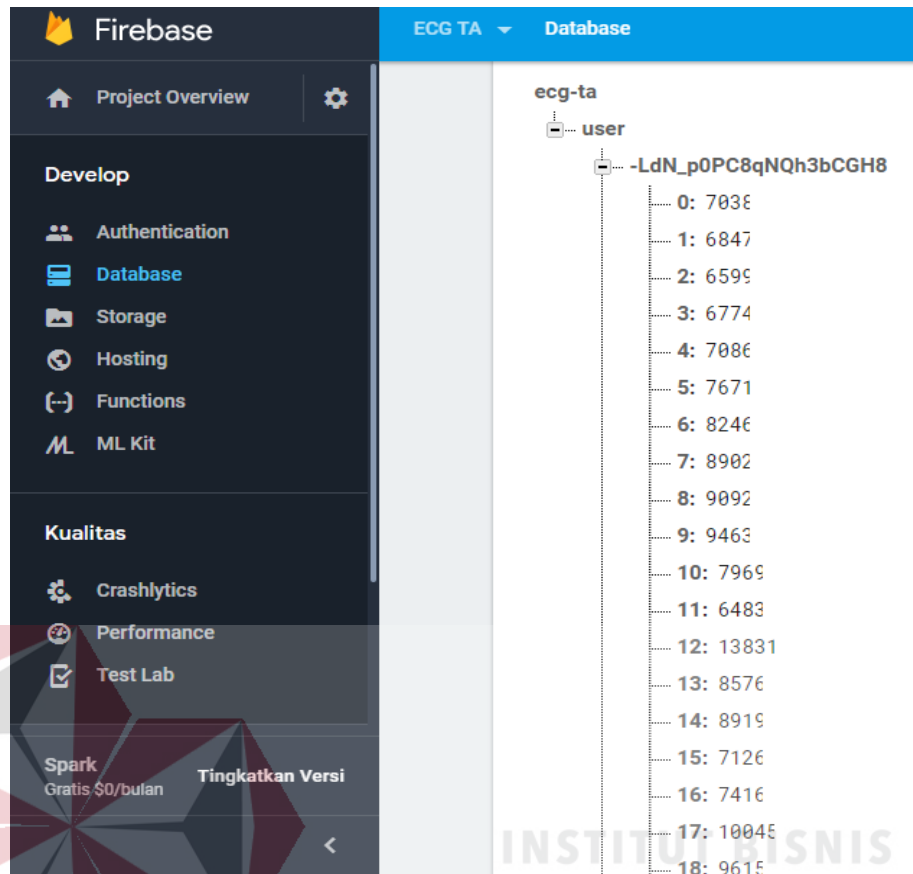
Setelah memiliki fitur yang telah disediakan, langkah selanjutnya yaitu dengan mengaktifkan pengaturan keamanan agar pihak ketiga tidak dapat mengakses data yang ada didalam firebase tersebut. Data tersebut hanya akan bisa diakses oleh aplikasi yang telah didaftarkan sebelumnya di menu *setting*.

### 3.2.3 Fase Pengiriman Data

Pada bagian ini sinyal ECG yang sudah direkonstruksi siap untuk dikirim menuju *broker* firebase. Data yang dikirim merupakan data mentah ADC yang belum terkonversi dengan tujuan agar data yang akan membentuk sinyal tidak rusak saat pengiriman. Data – data yang terkirim akan membentuk suatu *child* yang berisikan seluruh data – data hasil pembacaan sensor tersebut.

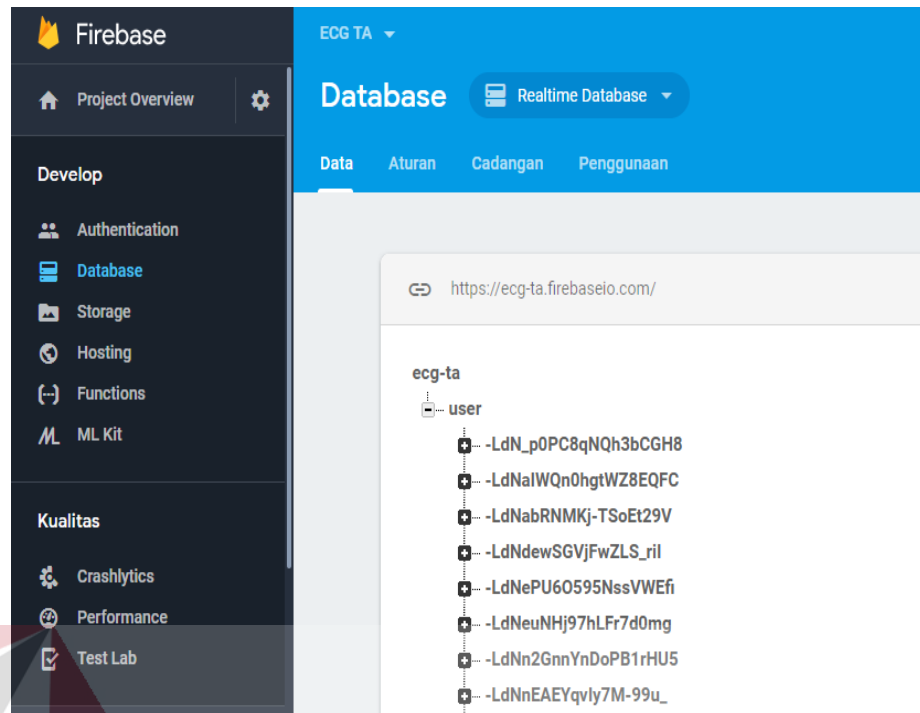


Gambar 3.7 Flowchart Pengiriman Data



Gambar 3.8 *Child* firebase

Pada Gambar 3.8 didalam *child* tersebut yang menampung seluruh data dari sensor yang sudah terkirim dari raspberry. Data – data tersebut merupakan JSON (JavaScript Object Notation) yang merupakan format untuk berbagai jenis data.



Gambar 3.9 Data dalam *child* firebase

Pada Gambar 3.9 seluruh data – data tersebut telah berubah format menjadi file .json, dimana untuk memanipulasi data tersebut diperlukan konversi terlebih dahulu ke format lain (Python, Java, dll) agar dapat terbaca dengan baik isi datanya. Konversi data tersebut dilakukan dengan aplikasi yang memiliki sistem bahasa pemrograman sejenis dimana file dengan format .json yang telah diambil dari firebase dikonversi menjadi data mentah kembali dengan format data yang berbeda sesuai dengan bahasa pemrograman aplikasi yang digunakan. Pada penelitian ini aplikasi yang digunakan untuk mengolah file .json tersebut menggunakan android studio dengan bahasa pemrograman java, dimana file .json tadi akan dikonversi menjadi data – data hasil pembacaan sensor dengan format baru yaitu .java.

### 3.2.4 Fase Pengambilan Data

Pada tahap ini, dilakukan proses pengambilan data yang masih berupa file .json dari *child* firebase. Data .json ini akan dikonversikan agar nilai datanya dapat digunakan sebagai rekonstruksi sinyal ECG di tampilan *smart phone*. Dengan menggunakan rumus ADC (*Analog to Digital Converter*)  $ADC = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times \text{resolusi ADC}$  dimana,  $V_{in}$  merupakan tegangan masuk sensor,  $V_{ref}$  adalah tegangan yang diberikan ke sensor, dan resolusi adalah besar bit cacahan nilai ADC.

```
db = FirebaseDatabase.getInstance().getReference();
db.child("user").addValueEventListener(new ValueEventListener() {
```

Gambar 3.10 Proses menarik *child* dari

Pada Gambar 3.10, terdapat script yang digunakan untuk mengambil seluruh data dari *child* firebase akan ditarik dan dikonversikan dari format .json menjadi .java agar dapat terbaca oleh android studio. Variabel db digunakan sebagai parameter untuk mengakses url firebase yang sebelumnya sudah dibuat, lalu variabel db mengambil child dari firebase dengan kunci “user” yang merupakan penunjuk dari letak seluruh child yang ada. Db.child digunakan untuk mengambil seluruh child yang ada di induk child “user”.

```
for(int a = 0;a < 1000 ;a++) {
    Float adc = Float.valueOf(tes[a])/65535*3.3f;
    masukan.add(new Entry(a+1, adc));
```

Gambar 3.11 Proses konversi ADC

Pada Gambar 3.11 data – data tersebut akan dikonversikan dengan rumus ADC agar keluaran amplitudo sinyal menjadi nilai tegangan dalam satuan volt dengan range nilai antara 0 – 5 volt. Dengan variabel *adc* dengan tipe data float, nilai dari data – data dari firebase yang berjumlah 1000 data di konversi dengan dibagi 65535 sebagai resolusi nilai ADC (16 bit), dan tegangan referensi dari sensor sebesar 3,3 volt.

### 3.2.5 Fase Penyajian Data

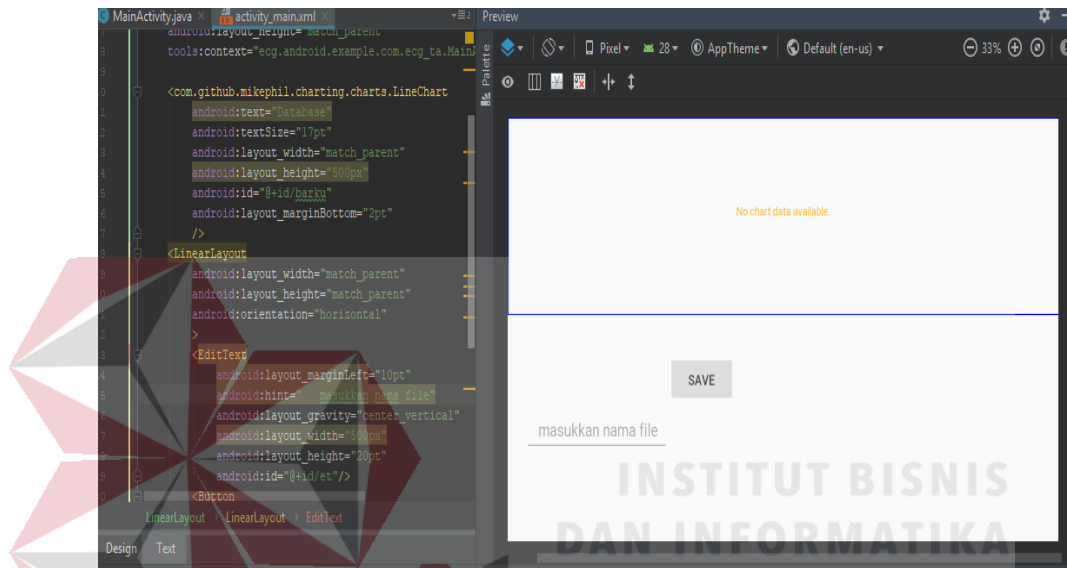
Pada fase ini, dilakukan proses penyajian data hasil pengambilan dari *child* firebase. Dimulai dari konversi ADC hingga pembuatan display code pada android studio yang akan menjadi tampilan pada *smart phone*.

```
String tes[] = value.split(",");
for(int a = 0; a < 1000 ;a++) {
    Float adc = Float.valueOf(tes[a])/65535*3.3f;
    masukan.add(new Entry(a+1, adc));
    bardataset = new LineDataSet(masukan, "Sinyal ECG");
    bardataset.setColors(Color.BLACK);
    bardataset.setDrawValues(false);
    bardataset.setDrawCircles(false);
    bardataset.setMode(LineDataSet.Mode.CUBIC_BEZIER);
    barisdata = new ArrayList<ILineDataSet>();
    barisdata.add(bardataset);
    barda = new LineData(barisdata);
    chartku.setTouchEnabled(true);
    chartku.setScaleEnabled(true);
    chartku.setDragEnabled(true);
    chartku.setPinchZoom(true);
    chartku.setHorizontalFadingEdgeEnabled(true);
    Yleft = chartku.getAxisLeft();
    Yleft.setAxisMaximum(1.5f);
    Yleft.setAxisMinimum(-1);
    Yleft.removeAllLimitLines();
```

Gambar 3.12 Script pembuatan grafik



Pada Gambar 3.12, script tersebut digunakan untuk menampilkan grafik Setelah melalui proses konversi nilai ADC, nilai tersebut akan ditampilkan dapat bentuk grafik yang menyerupai dengan sinyal ECG. Dengan nilai hasil konversi tersebut akan merepresentasikan besaran tegangan yang ada dari hasil perekaman sinyal ECG .



Gambar 3.13 Pembuatan tampilan android

```
<com.github.mikephil.charting.charts.LineChart
    android:text="Database"
    android:textSize="17pt"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="500px"
    android:id="@+id/barku"
    android:layout_marginBottom="2pt"
/>

<Button
    android:layout_marginTop="15pt"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Save"
    android:id="@+id/save"/>
```

Gambar 3.14 Script Tampilan Android

Pada Gambar 3.14, terdapat *code* yang digunakan untuk menampilkan gambar pada tampilan Android, akan ada *chart* yang

berisikan kurva sinyal yang didapatkan dari *child* firebase yang telah dikonversi sebelumnya. Chart tersebut merupakan hasil dari *code charting.chart.linechart*, terdapat juga fitur *save* yang digunakan untuk menyimpan hasil tampilan sinyal yang telah muncul untuk keperluan penyajian data dan penyimpanan dengan *code button* dengan *code button* yang berisikan *text save*.

### 3.2.7 Tampilan Android

Sinyal hasil rekonstruksi dapat langsung dilihat oleh dokter melalui *smart phone* yang telah ter-install aplikasi hasil *compile*. Sinyal dari pasien yang terpasang alat ini akan langsung terlihat oleh dokter tanpa harus melihat secara dekat. Sistem ini menggunakan *internet base* sehingga dokter dapat melihat kondisi ECG pasien dimanapun dan kapanpun guna sebagai media pemantauan kondisi pasien.



Gambar 3.15 Hasil sinyal pada tampilan *smart phone*

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen. Alat – alat ini digunakan untuk mengukur dan melihat hasil yang akan terjadi terhadap sistem yang akan dibuat oleh penulis. Adapun alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut.

#### 3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ponsel Android atau emulator dengan versi 7.1.2 Nougat yang digunakan untuk mengunduh sinyal ECG yang telah direkonstruksi yang kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik
2. Laptop yang digunakan sebagai media dalam pembuatan aplikasi Android Studio dan MATLAB.
3. Firebase yang terintegrasi dengan SDK Python Raspberry dan Android Studio.
4. Sensor AD8232 dan modul ADC ADS1115 yang akan terhubung dengan Raspberry sebagai Node sensor.

#### 3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang akan diteliti oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sinyal ECG yang akan disampling terdiri atas 3 jenis yaitu; 250 Hz, 500Hz, dan 1000Hz.

2. Banyak percobaan yang dilakukan yaitu 30 kali yang terdiri atas 10 orang dengan masing – masing pengujian 3 kali sesuai dengan *sampling rate*.

### 3.4 Langkah Pengujian Sistem

Untuk menyatakan sebuah sistem ini telah berhasil berjalan atau bekerja dengan baik maka akan dilakukan pengujian terhadap setiap perangkat yang akan digunakan. Dalam pengujian ini, pengujian pertama kali yang dilakukan yaitu pengujian sensor AD8232 dengan Arduino Uno sebelum dipindahkan ke Raspberry. Hasil data yang didapatkan dicocokkan dan ditambahkan dengan modul ADC ADS1115, lalu proses sampling data dari Raspberry dicocokkan kembali dengan hasil sampling Arduino. Dilanjutkan dengan proses transmisi menuju firebase dan pengambilan data oleh Android Studio.

#### 3.4.1 Pengujian Sensor AD8232 dan ADS1115

Pengujian sensor dilakukan untuk melihat kinerja sensor agar bekerja sesuai dengan keinginan atau tidak, serta pengecekan terhadap elektroda tempel yang akan digunakan dalam proses sadapan sinyal ECK. Proses dimulai dengan menghubungkan pin analog ke Arduino uno dan ditampilkan dalam Serial Plotter, sinyal hasil pembacaan sensor akan membentuk grafik sinyal ECG manusia.

Proses selanjutnya dengan menambahkan modul ADS1115 yang terkoneksi dengan arduino melalui komunikasi I2C (*Inter Integrated Circuit*). Dengan melihat kembali pada Serial Plotter dan dicocokkan dengan pembacaan sebelumnya, apabila didapatkan grafik sinyal yang sesuai dengan pembacaan melalui ADC analog Arduino uno

sebelumnya. Maka sudah dapat dipastikan kedua komponen ini lolos uji coba dan akan siap untuk diterapkan di Raspberry untuk media perekaman dan pengiriman.

### 3.4.2 Pengujian Proses Sampling dan Rekonstruksi

Pengujian proses sampling dan rekonstruksi dilakukan untuk melihat apakah sinyal ECG yang telah didapatkan sebelumnya dari Arduino uno sesuai dengan pembacaan pada Raspberry. Langkah – langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut;

- Program yang telah dibuat di aplikasi Python Raspberry dijalankan melalui command terminal dengan memanggil program berformat .py yang telah dibuat.
- Setelah proses selesai, maka langkah selanjutnya yaitu dengan melihat hasil pembacaan sensor yang telah disimpan kedalam sebuah file berformat .txt yang sudah disiapkan sebelumnya
- File hasil pembacaan sensor dengan format .txt berisikan data – data pembacaan sensor yang akan di rekonstruksi dengan aplikasi Libre Office Calc.
- Libre Office Calc merupakan aplikasi yang terdapat di raspbian OS raspberry. Dengan membuat kurva di menu pilihan Libre Office calc ini, kita dapat membuat hasil grafik dari data yang terbaca. Setelah kurva didapat, langkah berikutnya yaitu memasukkan data pembacaan sensor kedalam sheet sesuai dengan jumlahnya.

Lakukan kalibrasi dari pilihan kurva Libre Office Calc sesuai dengan data dan banyaknya data tersebut.

- Pada aplikasi ini dengan membuat sebuah kurva dan memasukkan nilai berdasarkan data – data yang didapatkan akan menghasilkan sinyal ECG hasil pembacaan sensor AD8232 dan dapat dicocokkan kembali dengan proses sampling dari Arduino uno.

### 3.4.3 Pengujian Pengiriman Data Menuju Firebase

Pengujian pengiriman data digunakan untuk mengetahui apakah terdapat data yang hilang (*Packet Loss*) pada saat pengiriman atau tidak. Pentingnya pengujian ini dilakukan dikarenakan apabila ada banyak data yang hilang akan mempengaruhi dari kualitas sinyal ECG yang terbentuk. Dengan melihat dari file dengan format .txt yang sudah didapatkan sebelumnya, pengujian dapat dilakukan dengan melihat satu persatu data yang ada di *child* JSON firebase dan dibandingkan dengan data pembacaan sensor dengan format .txt sebelumnya.

### 3.4.4 Pengujian Pengambilan Data dan Rekonstruksi

Pengujian pengambilan data dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat data yang hilang pada saat proses pengambilan. Dengan metode yang sama, seluruh data *child* yang ditarik dari firebase akan ditampilkan nilai – nilainya terlebih dahulu sebelum dikonversikan menjadi nilai digital. Jika proses pengecekan data hasil penarikan dari firebase dirasa sudah cocok dengan data sebelumnya, langkah

berikutnya yaitu dengan konversi data menjadi nilai ADC agar keluar menjadi nilai dengan satuan volt.

Setelah nilai dari data – data tersebut telah dikonversikan, maka langkah berikutnya menjadikan nilai tersebut menjadi kurva sinyal ECG. Dengan hasil rekonstruksi oleh tampilan di *smart phone*, kurva sinyal hasil rekonstruksi dicocokkan dengan rekonstruksi sebelumnya yaitu pada Serial Plotter dan Libre Office Calc yang telah dilalui sebelumnya.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini, penulis akan menguraikan dan menjelaskan beberapa hasil pengujian dari penelitian Tugas Akhir ini. Hasil tersebut meliputi pengujian – pengujian yang telah dilakukan sebelumnya dan dengan perbandingan data dari berbagai sumber pengujian. Dilanjutkan dengan pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan dengan melihat dari berbagai metode penelitian yang telah digunakan. Adapun langkah – langkah pengujian yang dilakukan terdiri dari beberapa bagian, yaitu sebagai berikut ;

- Pengujian sensor AD8232 dan ADS1115
- Sampling dan Rekonstruksi sinyal elektrik jantung
- Rekonstruksi pada aplikasi *mobile*
- Perbandingan data antara Node sensor dengan firebase

#### **4.1. Pengujian sensor AD8232 dan ADS1115**

##### **4.1.1. Tujuan**

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kondisi sensor bekerja dengan optimal dalam melakukan sampling sinyal ECG, serta digunakan sebagai pembanding dengan pembacaan pada raspberry.

##### **4.1.2. Alat dan Bahan**

Bahan yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. Arduino UNO



b. Software Arduino IDE

#### 4.1.3. Prosedur Pengujian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

- Membuat program yang akan membaca sinyal ECG dari sensor.
- Compile* dan *upload* program kedalam Arduino UNO.
- Jalankan Serial Plotter pada Arduino IDE.
- Amati grafik yang muncul apakah sama seperti sinyal ECG manusia.

#### 4.1.4. Hasil Pengujian



```

sketch_mar23a | Arduino 1.8.9
File Edit Sketch Tools Help

sketch_mar23a
#include <Adafruit_ADS1115.h>
#include <Wire.h>
Adafruit_ADS1115 ads1115(0x48);
Adafruit_ADS1115 ads;
uint16_t readADC_SingleEnded(uint8_t channel);
void setup() {
  // initialize the serial communication:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(10, INPUT); // Setup for leads off detection LO +
  pinMode(11, INPUT); // Setup for leads off detection LO -
  ads.begin();

  ads.setGain(GAIN_ONE); // 1x gain +/- 4.096V
}

void loop() {

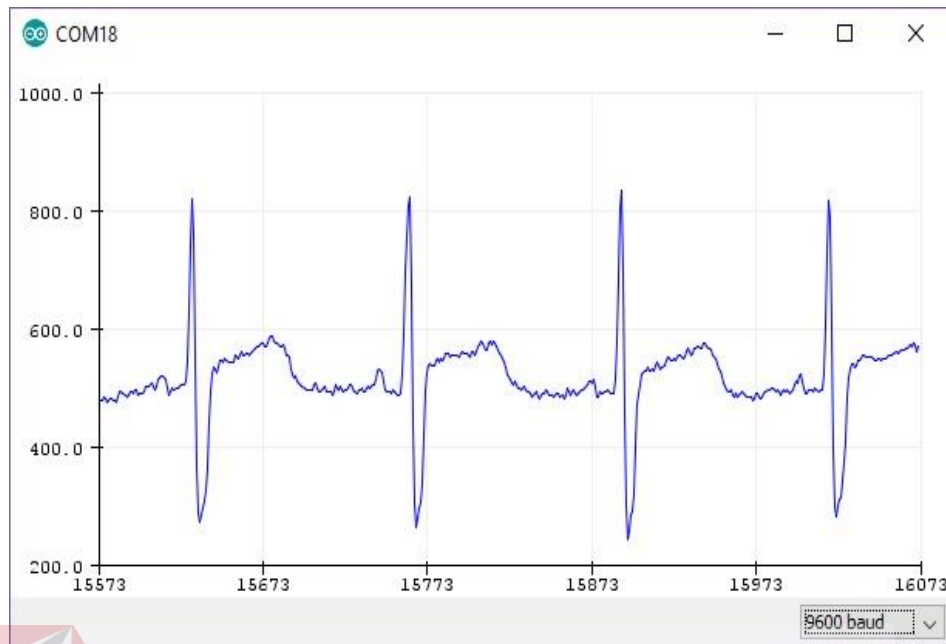
  if((digitalRead(10) == 1) || (digitalRead(11) == 1)) {
    Serial.println('!');
  }
  else{
    // send the value of analog input 0:
    int adc0 = ads.readADC_SingleEnded(0);
  }
}

Sketch uses 4038 bytes (12%) of program storage space. Maximum is 32256 b
Global variables use 412 bytes (20%) of dynamic memory, leaving 1636 byte

20 Arduino/Genuino Uno on COM4

```

Gambar 4.1 Tampilan code Arduino IDE



Gambar 4.2 Tampilan sinyal ECG pada Serial Plotter

Pada Gambar 4.1 merupakan *Code* yang digunakan untuk mengambil data dari modul AD8232, pada Gambar 4.2 merupakan data grafik ECG yang digunakan sebagai pembanding dengan Raspberry.

## 4.2. Sampling Sinyal Elektrik Jantung

### 4.2.1. Tujuan

Pengujian dari proses ini adalah untuk mengambil data dari 10 orang secara acak dengan 3 kali rata – rata sampling yaitu, 250 Hz, 500 Hz, dan 1000 Hz. Menurut Jusak (2018), bahwa sampel sinyal ECG mengandung komponen frekuensi tinggi hingga 250 Hz.

Agar proses sampling sinyal ECG mendapatkan hasil yang bagus maka harus memenuhi teori Nyquist, dimana proses sampling sinyal harus 2 kali dari frekuensi maksimalnya. Pada 250 Hz akan digunakan sebagai frekuensi sampling untuk batas bawah, 500 Hz digunakan untuk kondisi normal sampling, dan 1000 Hz digunakan sebagai batas atas sampling.

#### 4.4.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Signa Gel *Electrode Gel*.
- b. Elektroda Japit.
- c. Raspberry phi 3 B+.
- d. *Software* Phyton 3.
- e. Libre office calc.

#### 4.2.3. Prosedur Pengujian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengoleskan signa gel ke permukaan elektroda japit.
- b. Menempatkan elektroda japit ke kedua pergelangan tangan dan pergelangan kaki kanan.
- c. Menjalankan program phyton di command terminal raspberry.
- d. Membuka file hasil pembacaan sensor.
- e. Menyalin data hasil pembacaan.
- f. Menempel hasil salinan data ke Libre Office Calc
- g. Mengatur Libre Office Calc sebagai kurva pengolah data hasil salinan.

#### 4.2.4. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 10 orang sebagai sumber data dengan 3 kali proses sampling yang terdiri atas 250 Hz, 500 Hz, dan 1000 Hz. Data yang didapatkan pada sumbu X merupakan banyak data yang diambil dan sumbu Y merupakan nilai analog dari pembacaan sensor.

Tabel 4.1 Tabel rekap data sample

No	Subjek Ke -	Nama Sample	Frekuensi Sampling
1	A.1	Sample 1	250 Hz
2	A.2	Sample 2	500 Hz
3	A.3	Sample 3	1000 Hz
4	B.1	Sample 4	250 Hz
5	B.2	Sample 5	500 Hz
6	B.3	Sample 6	1000 Hz
7	C.1	Sample 7	250 Hz
8	C.2	Sample 8	500 Hz
9	C.3	Sample 9	1000 Hz
10	D.1	Sample 10	250 Hz
11	D.2	Sample 11	500 Hz
12	D.3	Sample 12	1000 Hz
13	E.1	Sample 13	250 Hz
14	E.2	Sample 14	500 Hz
15	E.3	Sample 15	1000 Hz
16	F.1	Sample 16	250 Hz

No	Subjek Ke -	Nama Sample	Frekuensi Sampling
17	F.2	Sample 17	500 Hz
18	F.3	Sample 18	1000 Hz
19	G.1	Sample 19	250 Hz
20	G.2	Sample 20	500 Hz
21	G.3	Sample 21	1000 Hz
22	H.1	Sample 22	250 Hz
23	H.2	Sample 23	500 Hz
24	H.3	Sample 24	1000 Hz
25	I.1	Sample 25	250 Hz
26	I.2	Sample 26	500 Hz
27	I.3	Sample 27	1000 Hz
28	J.1	Sample 28	250 Hz
29	J.2	Sample 29	500 Hz
30	J.2	Sample 30	1000 Hz

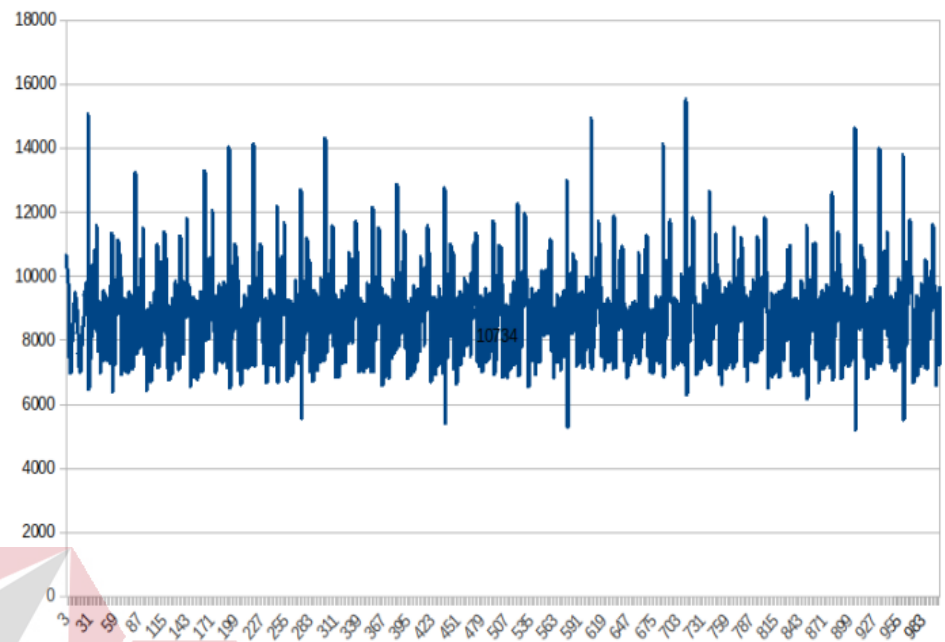
Pada Tabel 4.1 merupakan banyak data yang akan diambil sebagai sample, terdiri atas 10 orang dengan 3 kali proses sampling maka didapatkan 30 data dari percobaan ini.



Gambar 4.2 Sample Percobaan Alat

Pada Gambar 4.2 merupakan sample dari pengambilan sinyal ECG, data – data tersebut akan disajikan dalam bentuk grafik EKG yang di mana hasil grafik tersebut akan disajikan di bawah ini.

a. Pengujian Sample 1 (250 Hz)



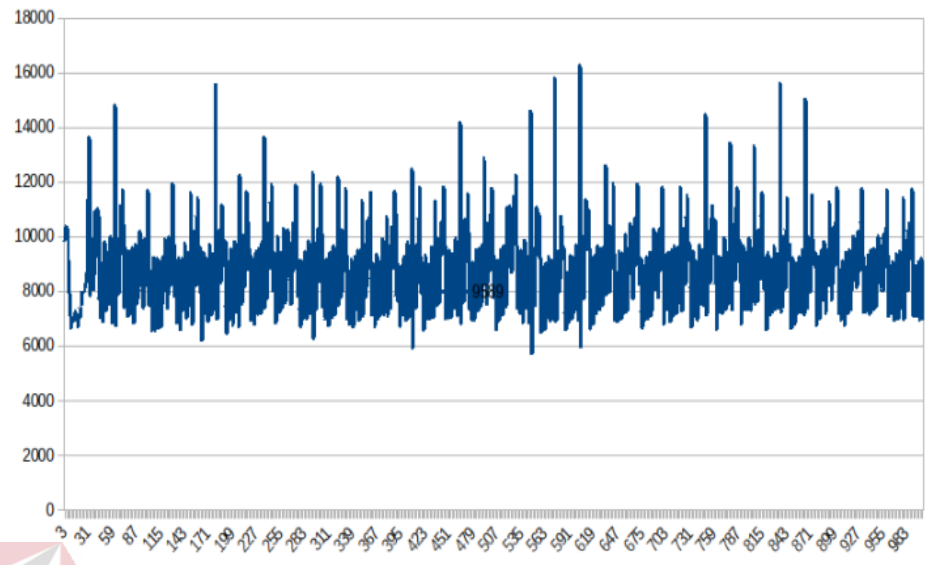
Gambar 4.3 Tampilan hasil pengambilan sample 1

Gambar 4.3 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 1 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek A.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal lebih dari 15000 dan nilai minimal  $\pm 5000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.



b. Pengujian Sample 2 (500 Hz)



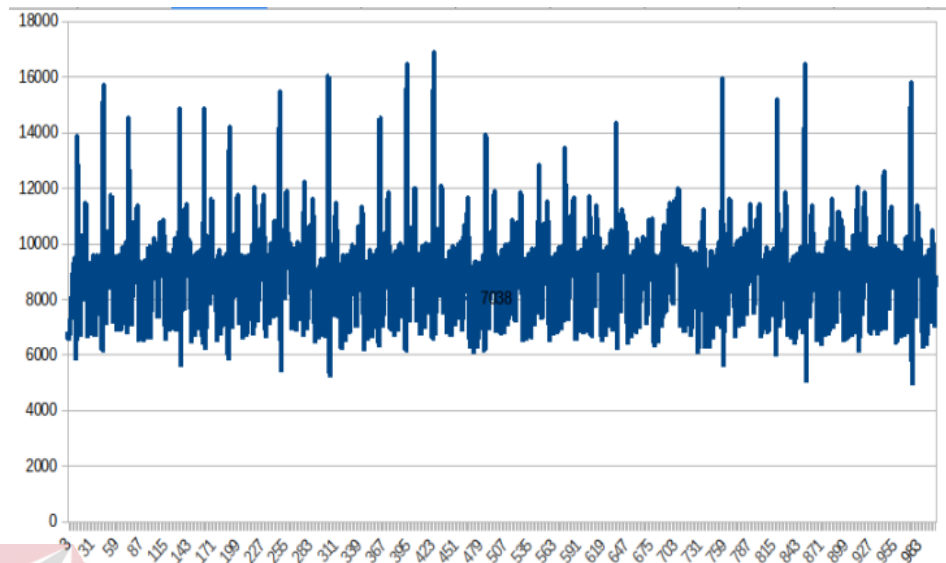
Gambar 4.4 Tampilan hasil pengambilan sample 2

Gambar 4.4 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 2 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek A.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 16000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.



c. Pengujian Sample 3 (1000 Hz)

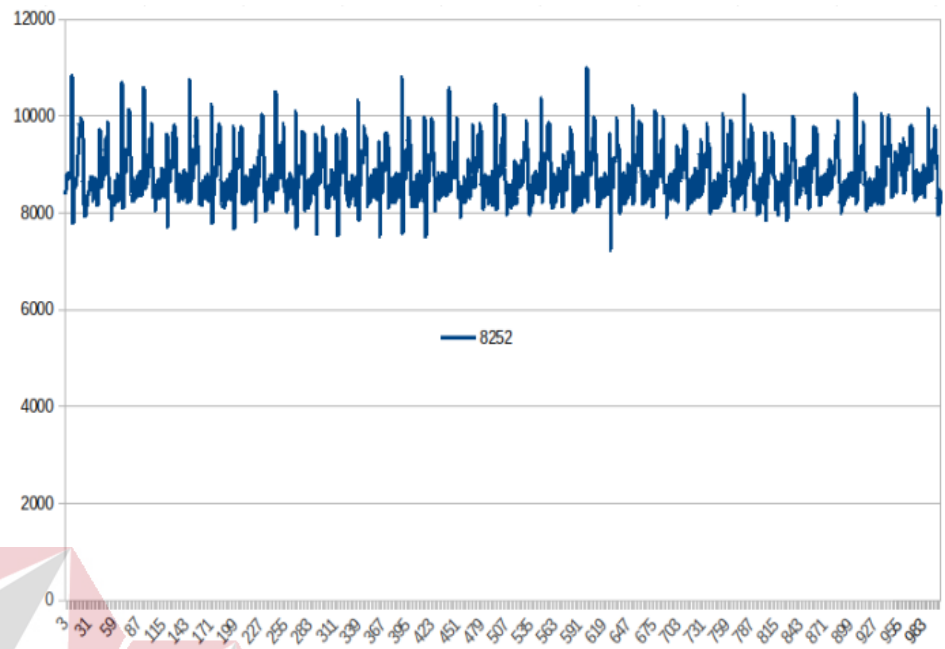


Gambar 4.5 Tampilan hasil pengambilan sample 3

Gambar 4.5 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 3 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek A.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 16500$  dan nilai minimal  $\pm 5500$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

d. Pengujian Sample 4 (250 Hz)

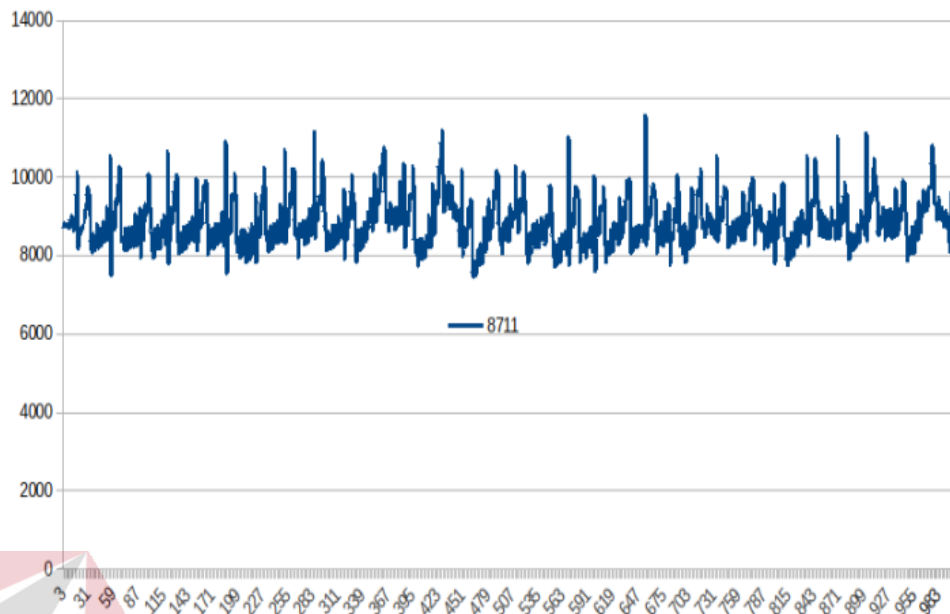


Gambar 4.6 Tampilan hasil pengambilan sample 4

Gambar 4.6 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 4 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc Tampilan sinyal EKG subjek B.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 11000$  dan nilai minimal  $\pm 5000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

e. Pengujian Sample 5 (500 Hz)

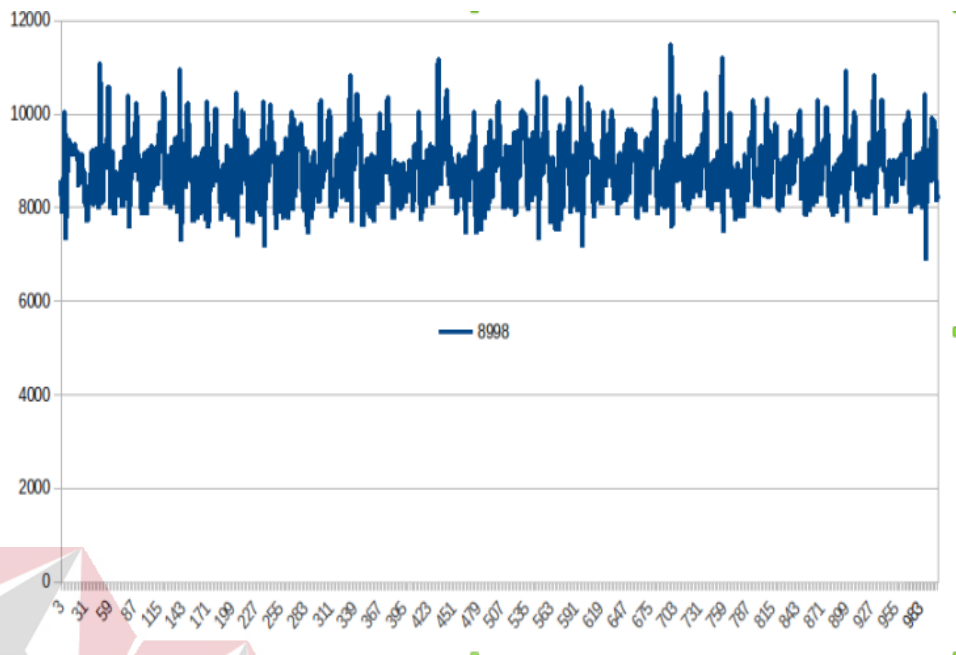


Gambar 4.7 Tampilan hasil pengambilan sample 5

Gambar 4.7 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 5 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek B.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 11500$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

## f. Pengujian Sample 6 (1000 Hz)

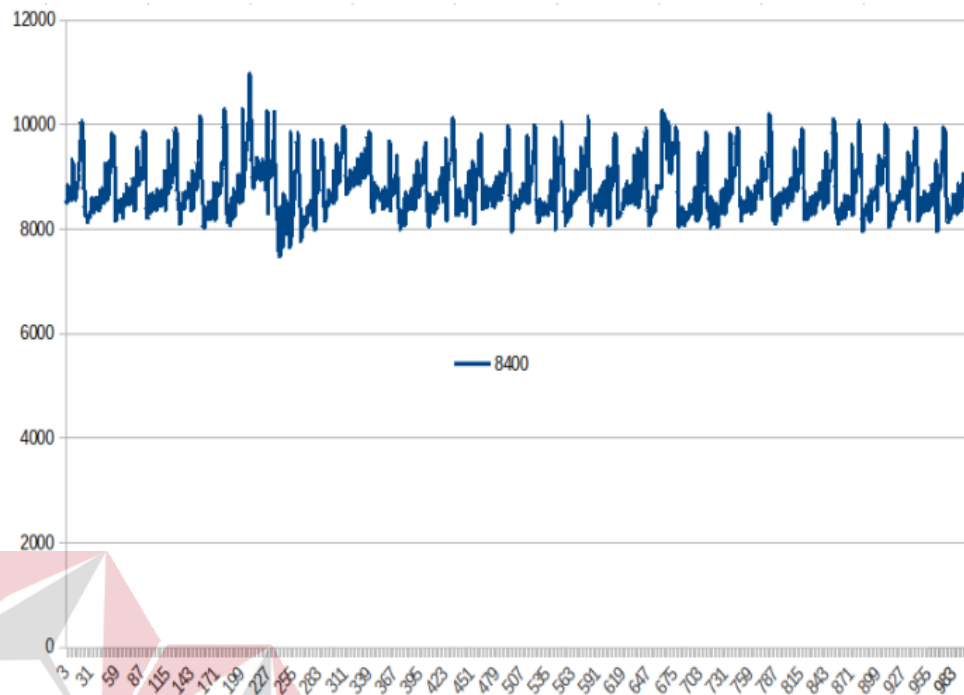


Gambar 4.8 Tampilan hasil pengambilan sample 6

Gambar 4.8 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 6 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek B.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 11500$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

g. Pengujian Sample 7 (250 Hz)

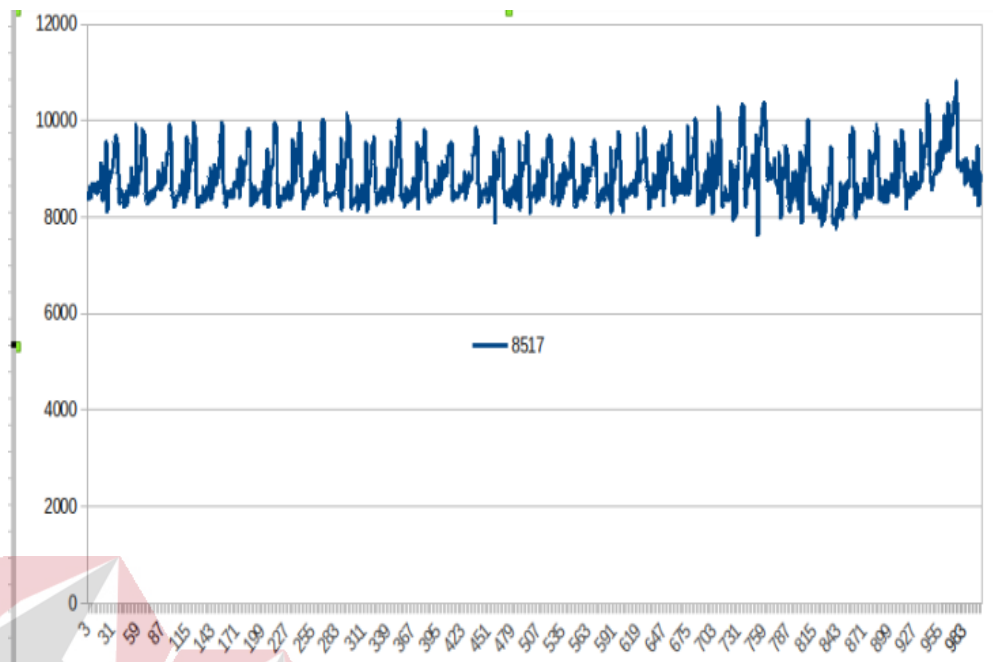


Gambar 4.9 Tampilan hasil pengambilan sample 7

Gambar 4.9 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 7 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek C.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 10500$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

#### h. Pengujian Sample 8 (500 Hz)

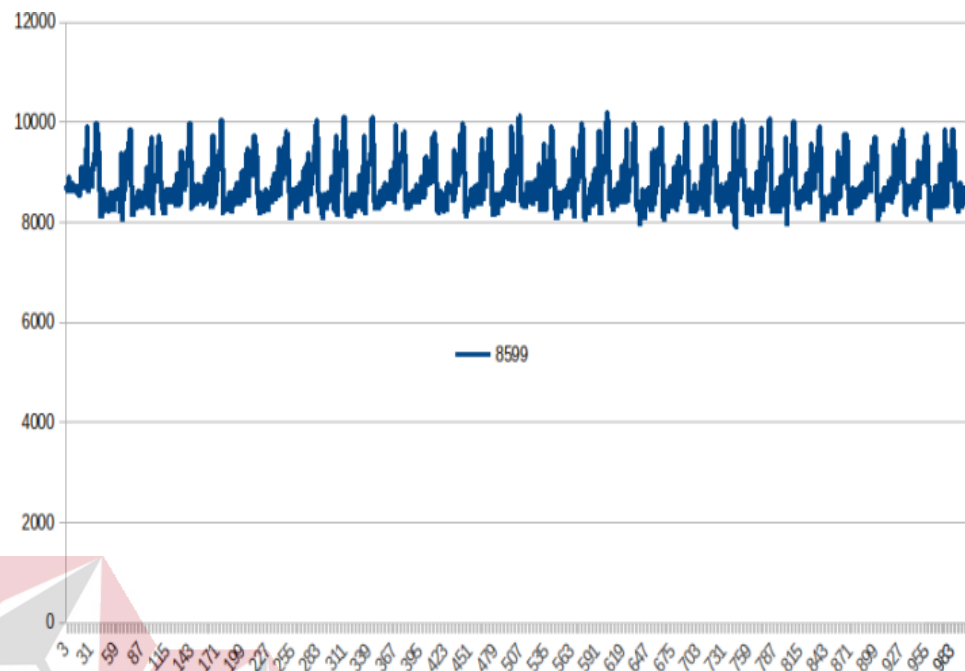


Gambar 4.10 Tampilan hasil pengambilan sample 8

Gambar 4.10 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 8 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek C.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 11000$  dan nilai minimal  $\pm 7500$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

i. Pengujian Sample 9 (1000 Hz)

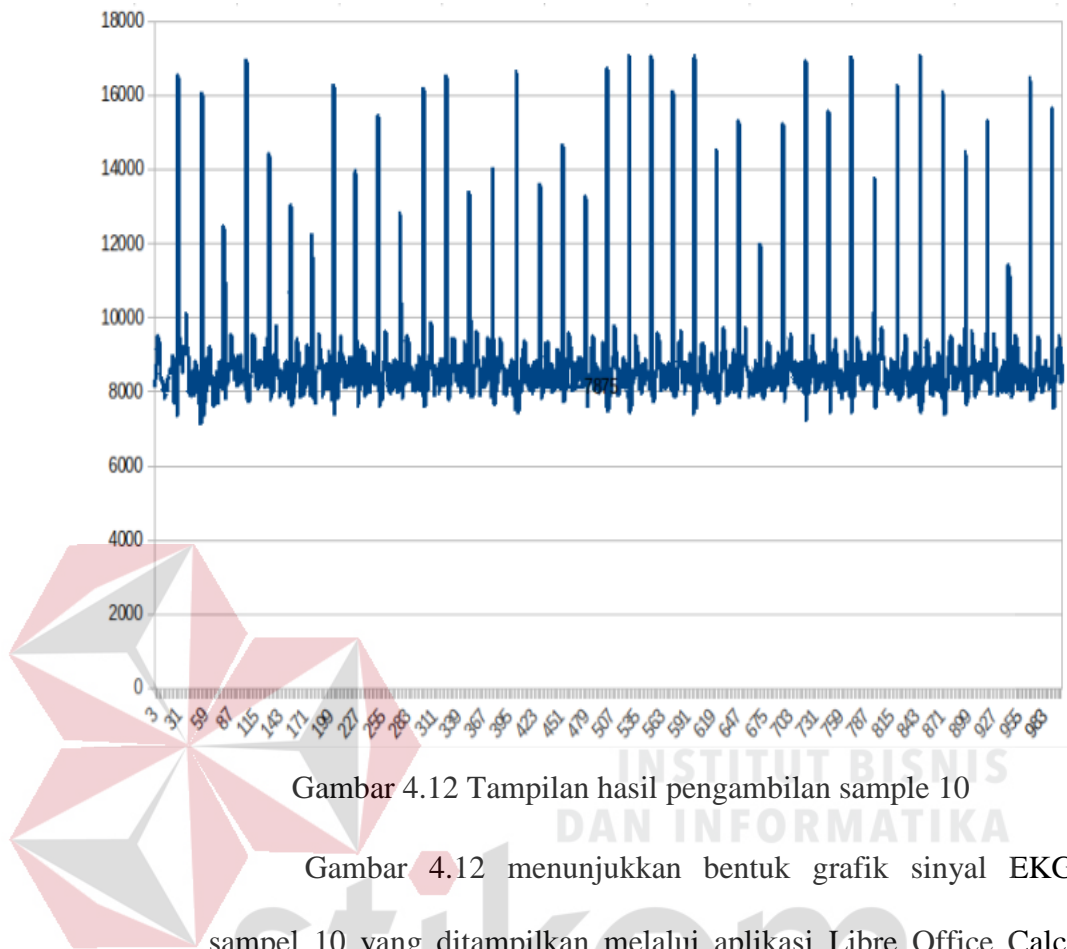


Gambar 4.11 Tampilan hasil pengambilan sample 9

Gambar 4.11 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 9 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek C.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 10000$  dan nilai minimal  $\pm 8000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

## j. Pengujian Sample 10 (250 Hz)



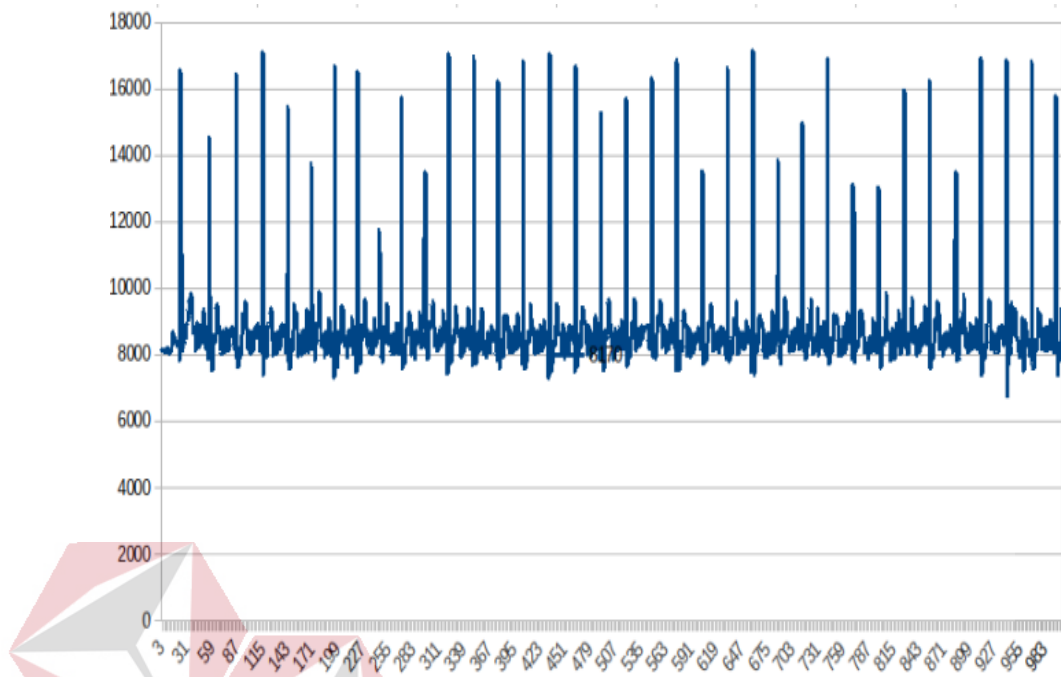
Gambar 4.12 Tampilan hasil pengambilan sample 10

Gambar 4.12 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 10 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek D.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 17000$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.



k. Pengujian Sample 11 (500 Hz)

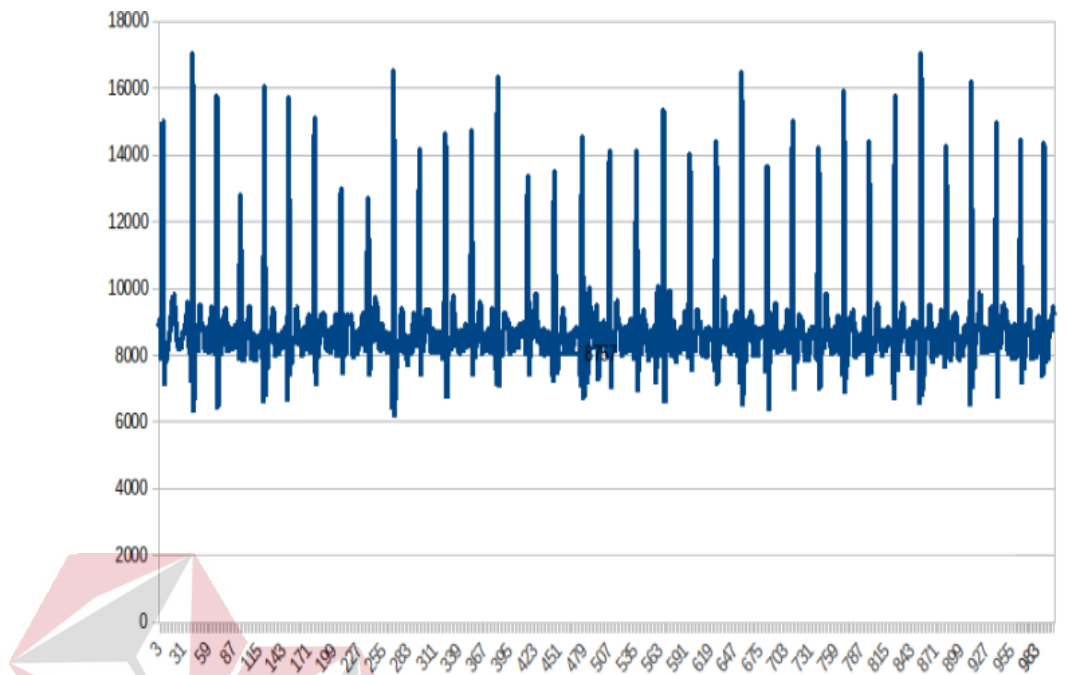


Gambar 4.13 Tampilan hasil pengambilan sample 11

Gambar 4.13 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 11 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek D.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 17000$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

### 1. Pengujian Sample 12 (1000 Hz)

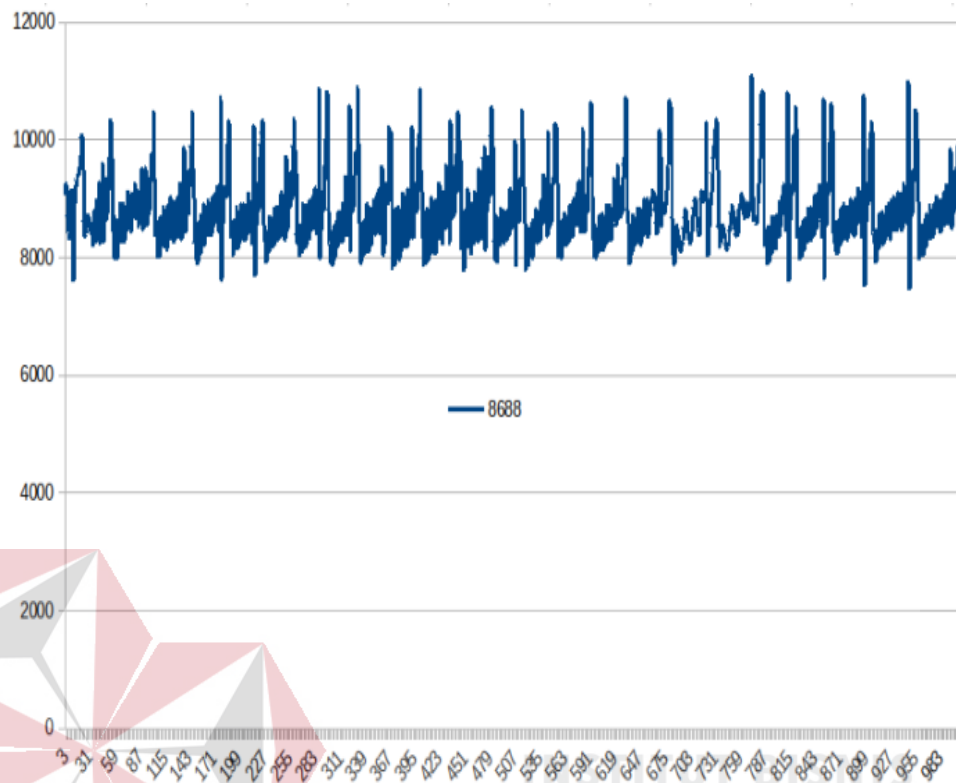


Gambar 4.14 Tampilan hasil pengambilan sample 12

Gambar 4.14 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 12 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek D.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 17500$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

m. Pengujian Sample 13 (250 Hz)

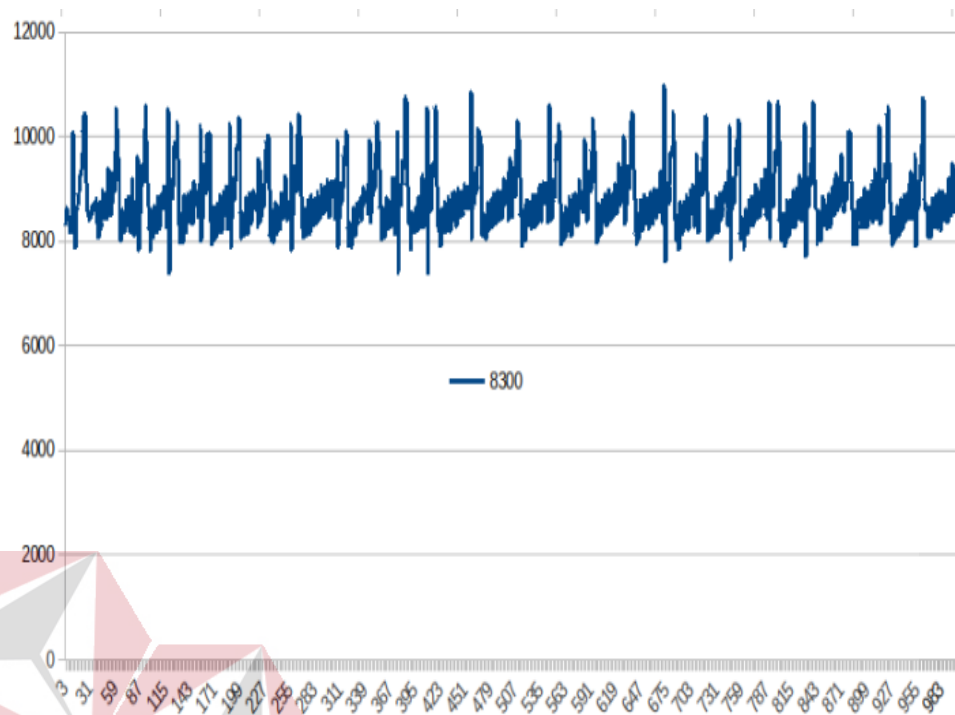


Gambar 4.15 Tampilan hasil pengambilan sample 13

Gambar 4.15 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 13 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek E.I dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 11500$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

n. Pengujian Sample 14 (500 Hz)

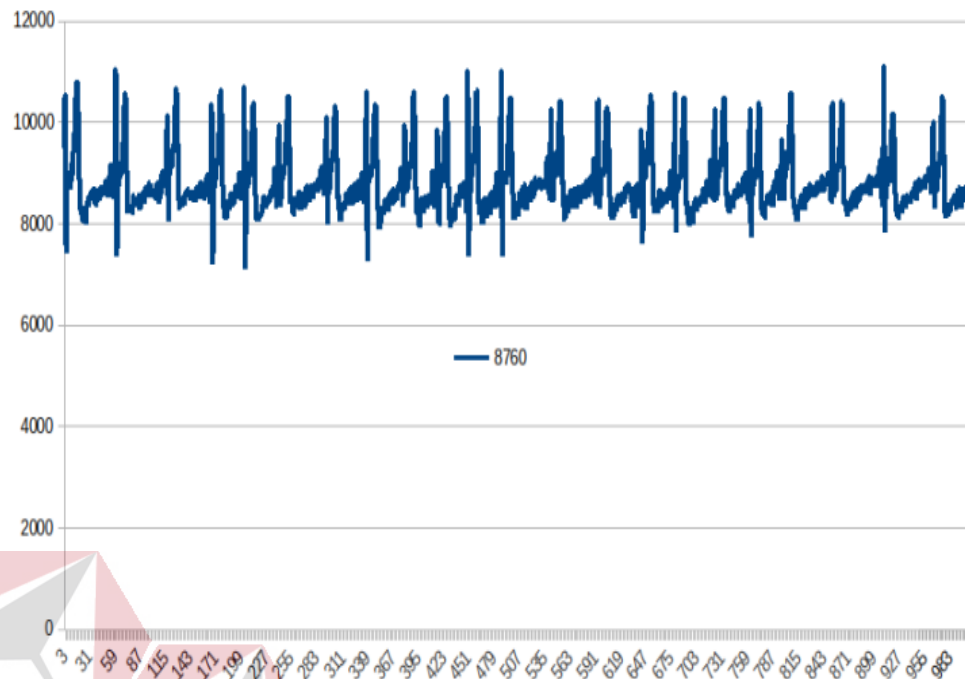


Gambar 4.16 Tampilan hasil pengambilan sample 14

Gambar 4.16 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 14 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek E.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 11000$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

o. Pengujian Sample 15 (1000 Hz)

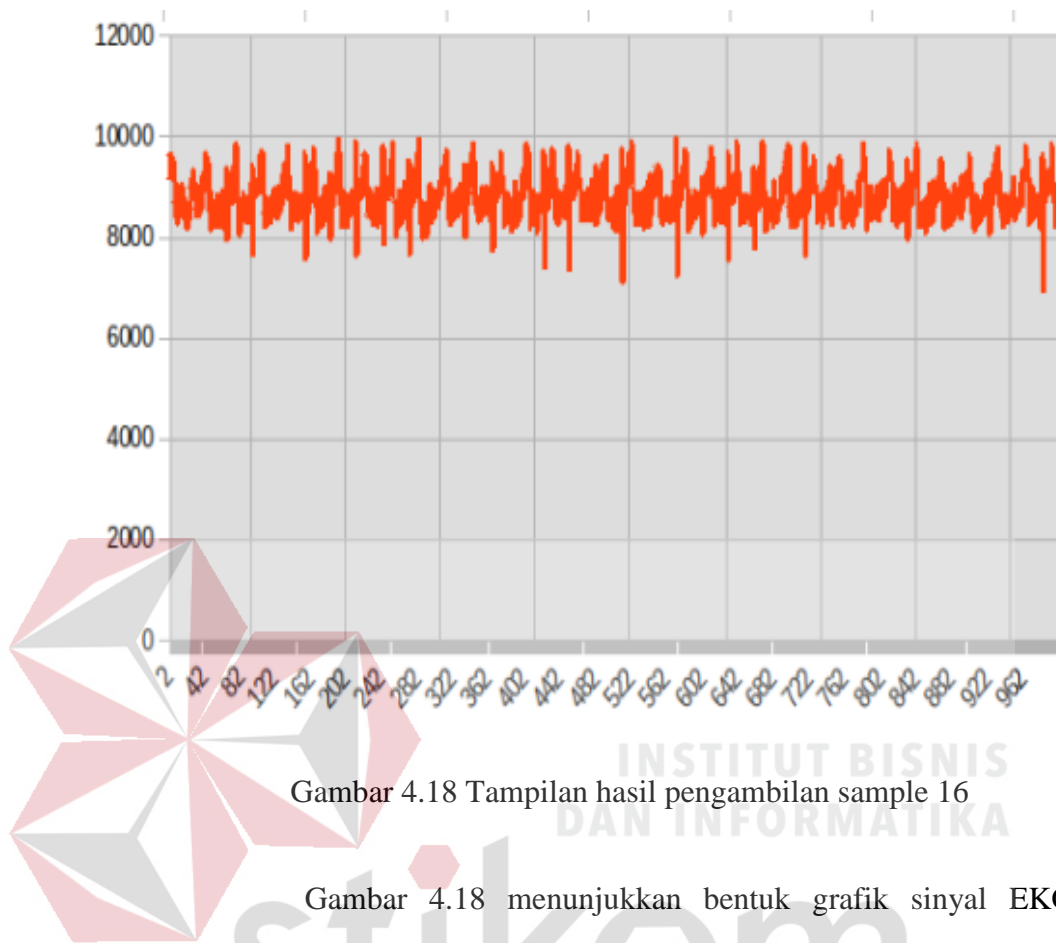


Gambar 4.17 Tampilan hasil pengambilan sample 15

Gambar 4.17 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 15 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek E.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 10000$  dan nilai minimal  $\pm 8000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

p. Pengujian Sample 16 (250 Hz)

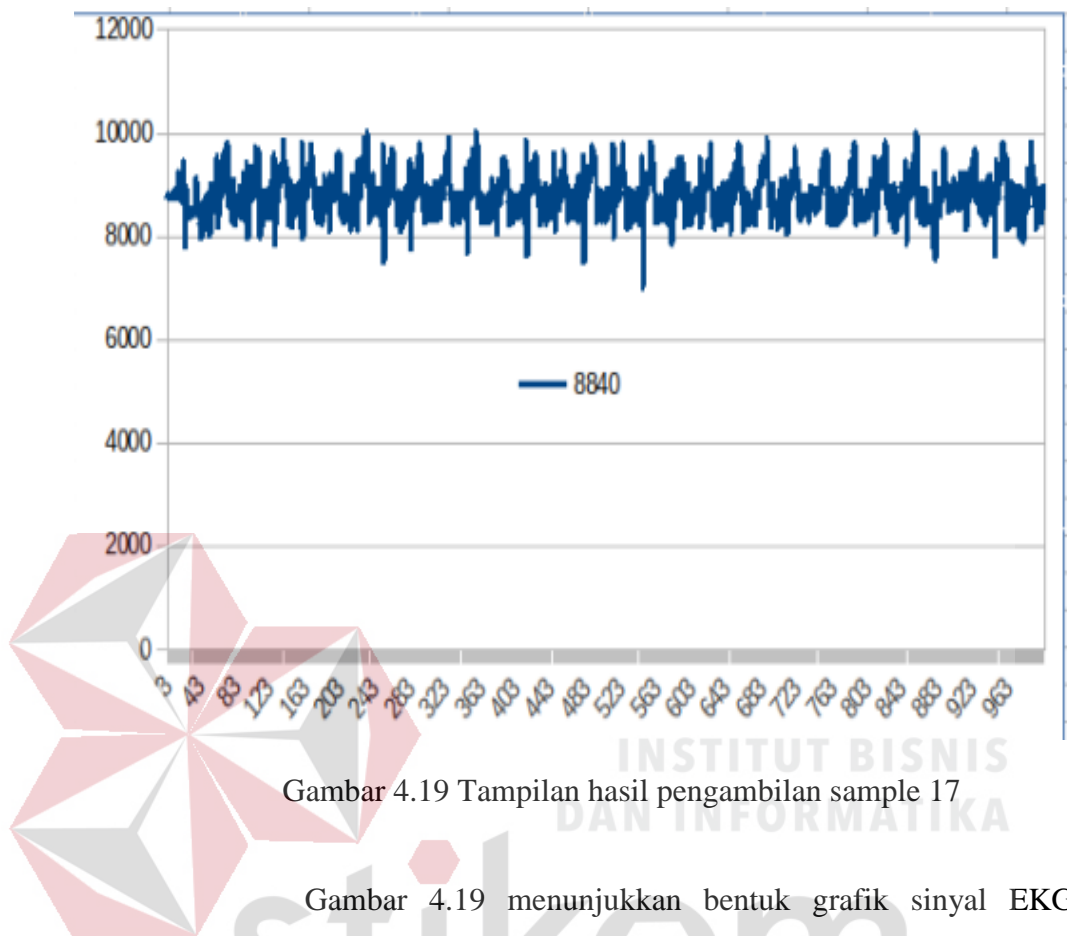


Gambar 4.18 Tampilan hasil pengambilan sample 16

Gambar 4.18 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 16 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek F.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 10000$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

q. Pengujian Sample 17 (500 Hz)

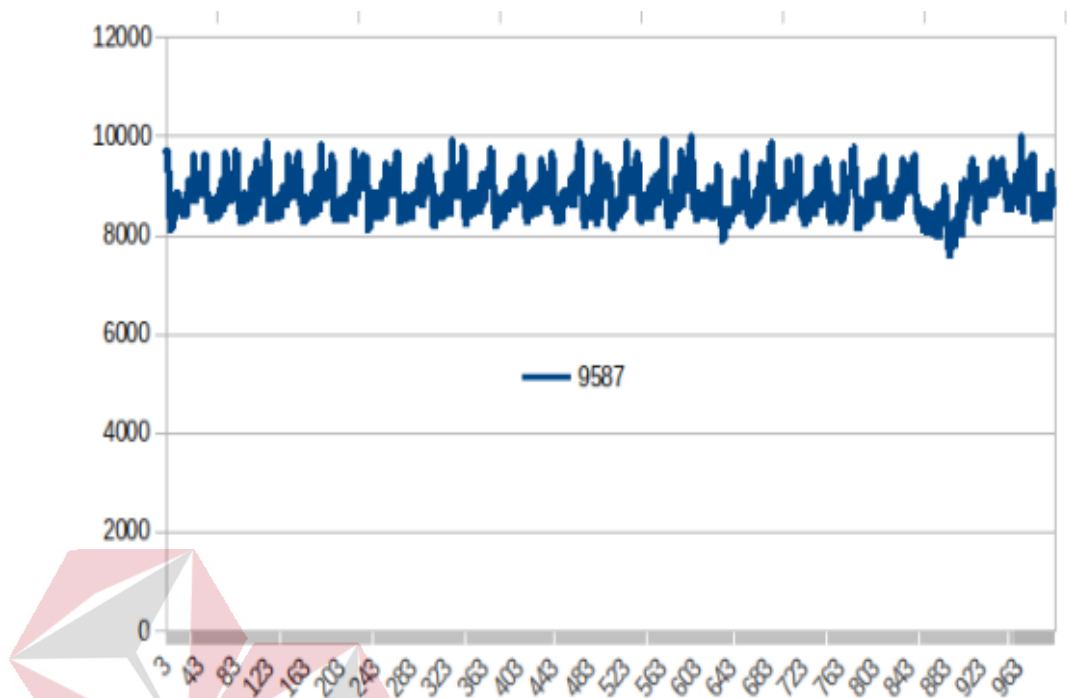


Gambar 4.19 Tampilan hasil pengambilan sample 17

Gambar 4.19 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 17 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek F.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 10000$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

r. Pengujian Sample 18 (1000 Hz)



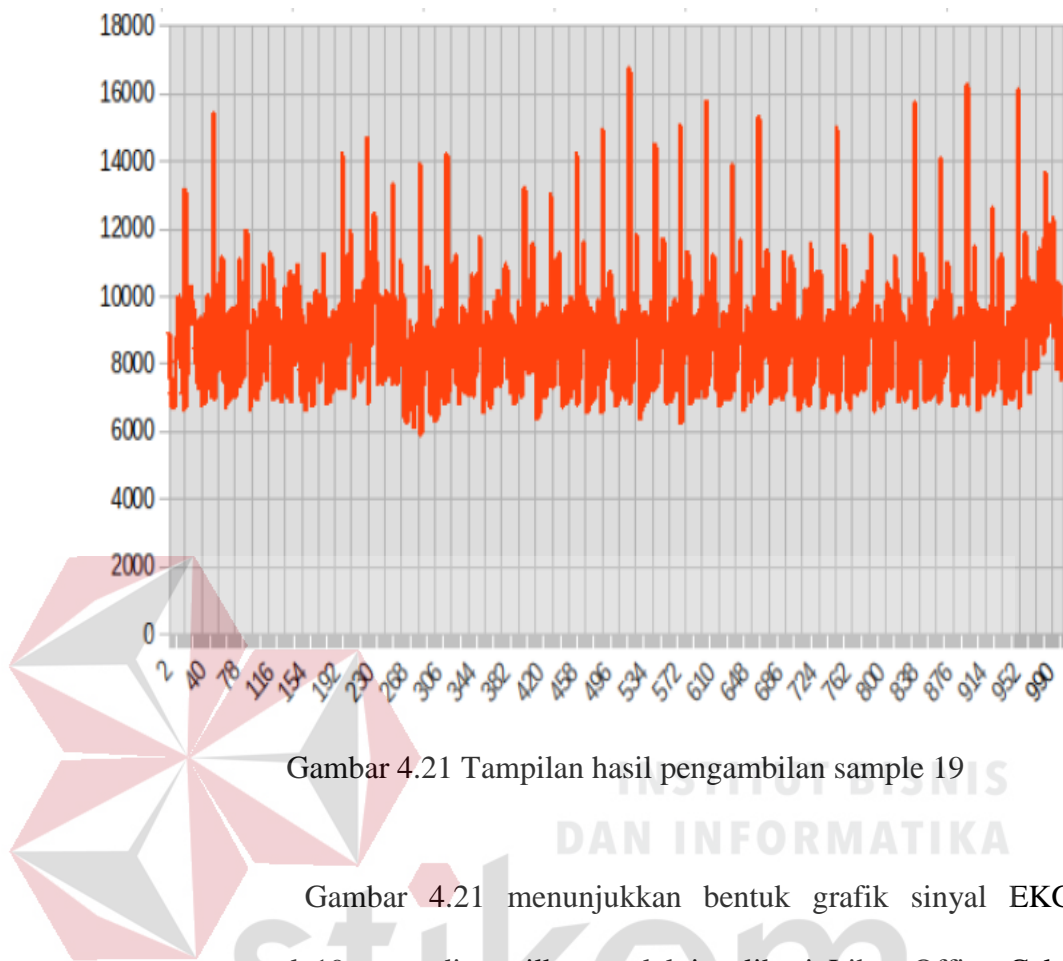
Gambar 4.20 Tampilan hasil pengambilan sample 18

Gambar 4.20 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 18 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek F.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 10000$  dan nilai minimal  $\pm 7800$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.



s. Pengujian Sample 19 (250 Hz)

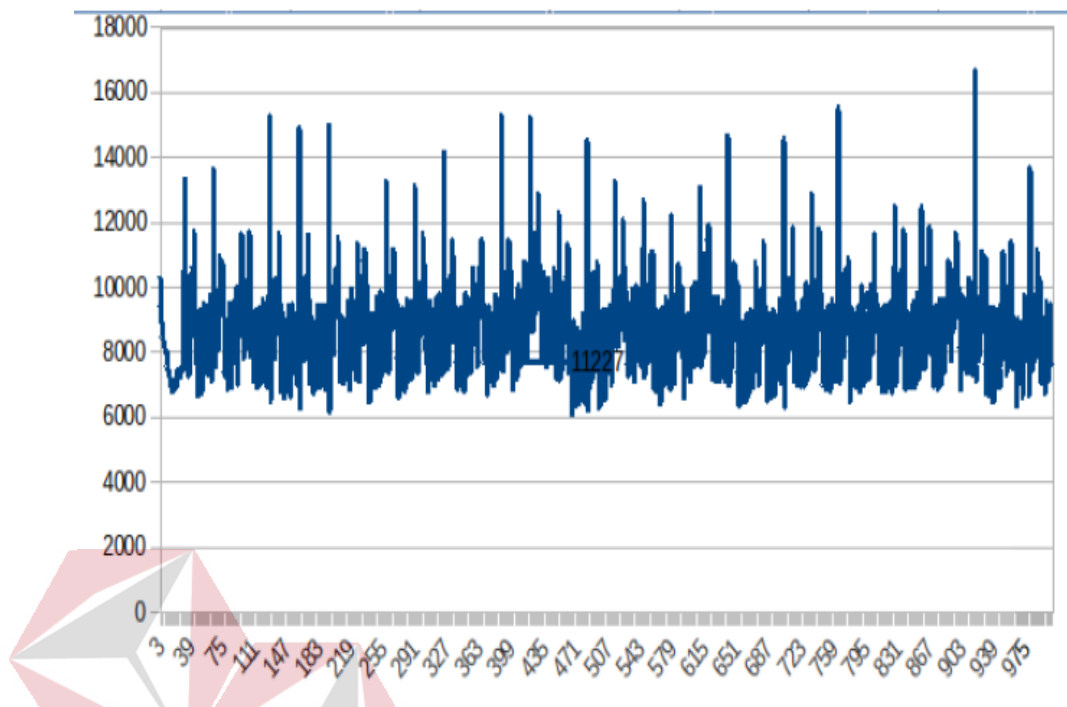


Gambar 4.21 Tampilan hasil pengambilan sample 19

Gambar 4.21 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 19 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek G.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 17000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

t. Pengujian Sample 20 (500 Hz)

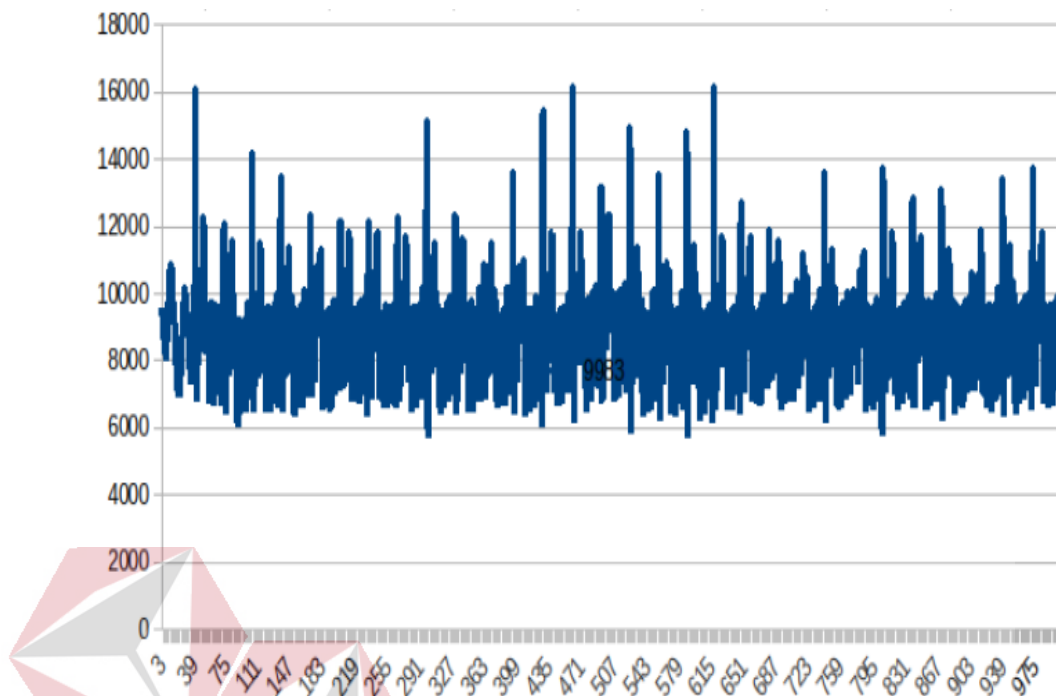


Gambar 4.22 Tampilan hasil pengambilan sample 20

Gambar 4.22 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 20 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek G.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 17000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

u. Pengujian Sample 21 (1000 Hz)

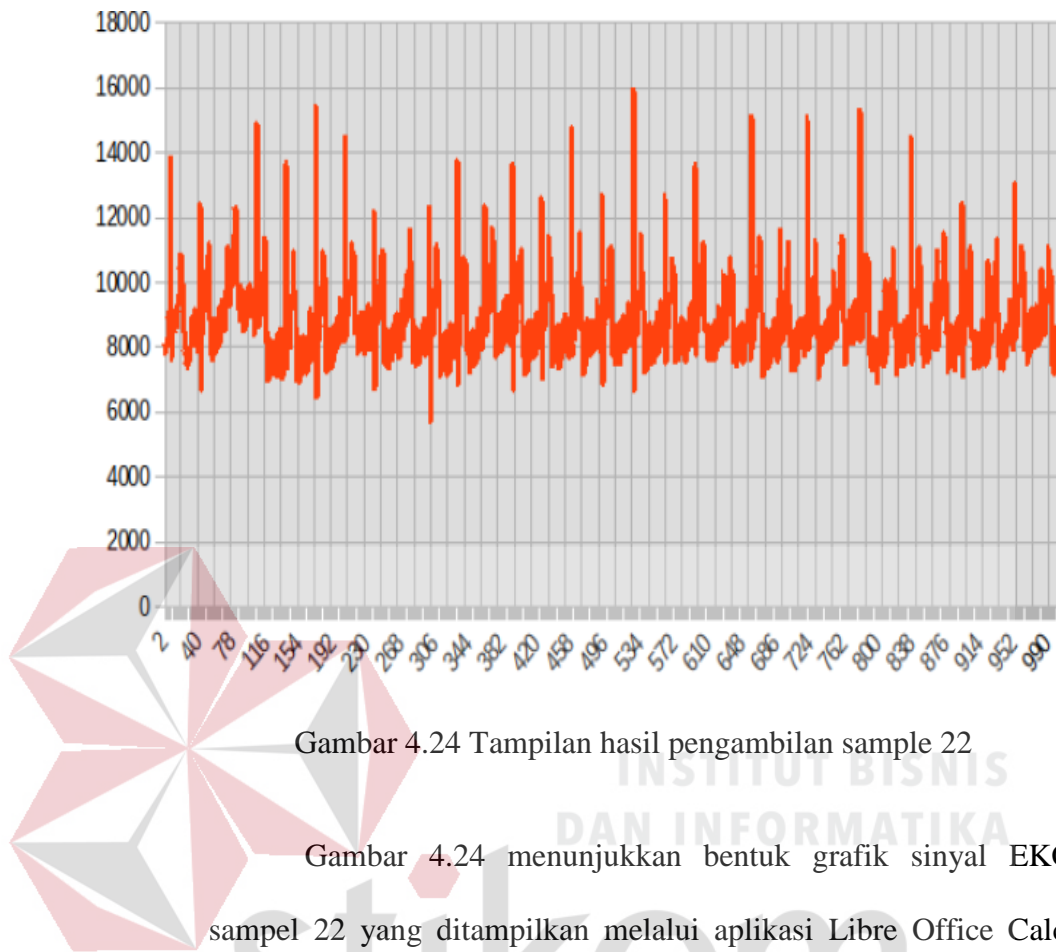


Gambar 4.23 Tampilan hasil pengambilan sample 21

Gambar 4.23 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 21 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek G.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 16000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

v. Pengujian Sample 22 (250 Hz)

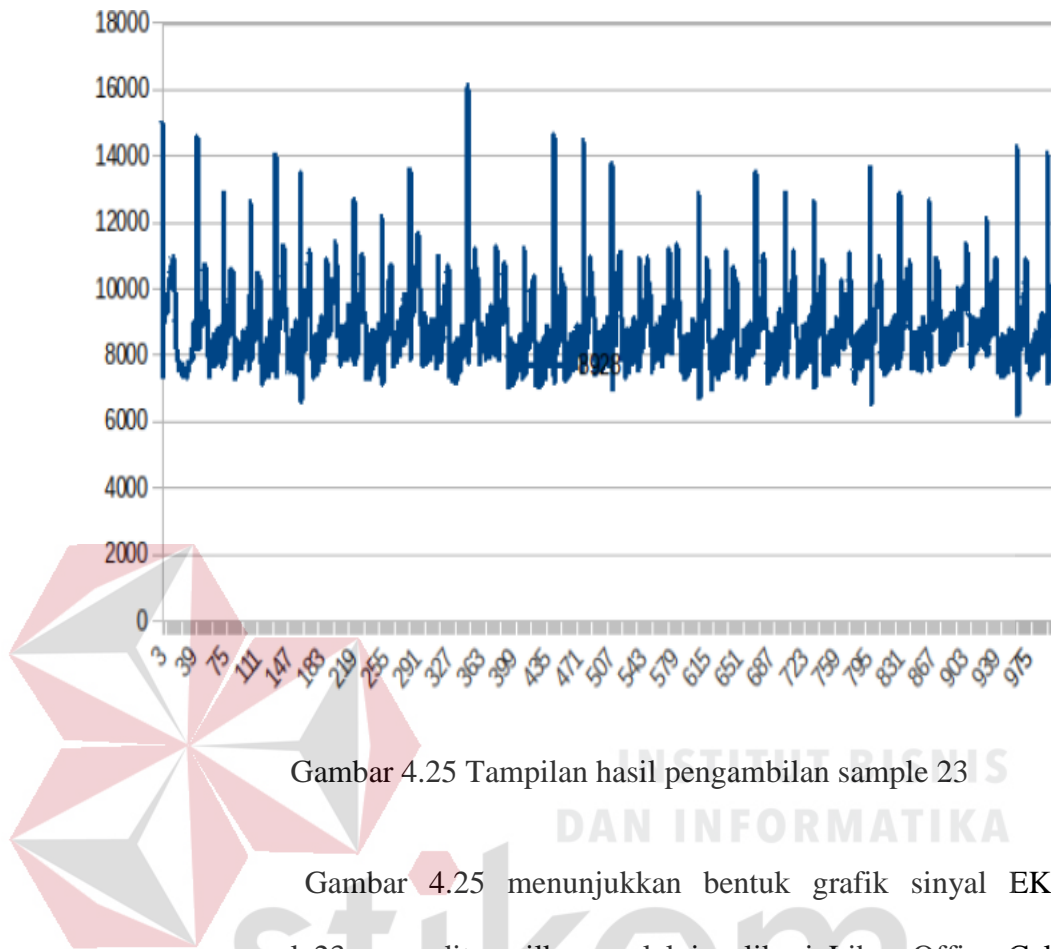


Gambar 4.24 Tampilan hasil pengambilan sample 22

Gambar 4.24 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 22 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek H.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 16000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

w. Pengujian Sample 23 (500 Hz)

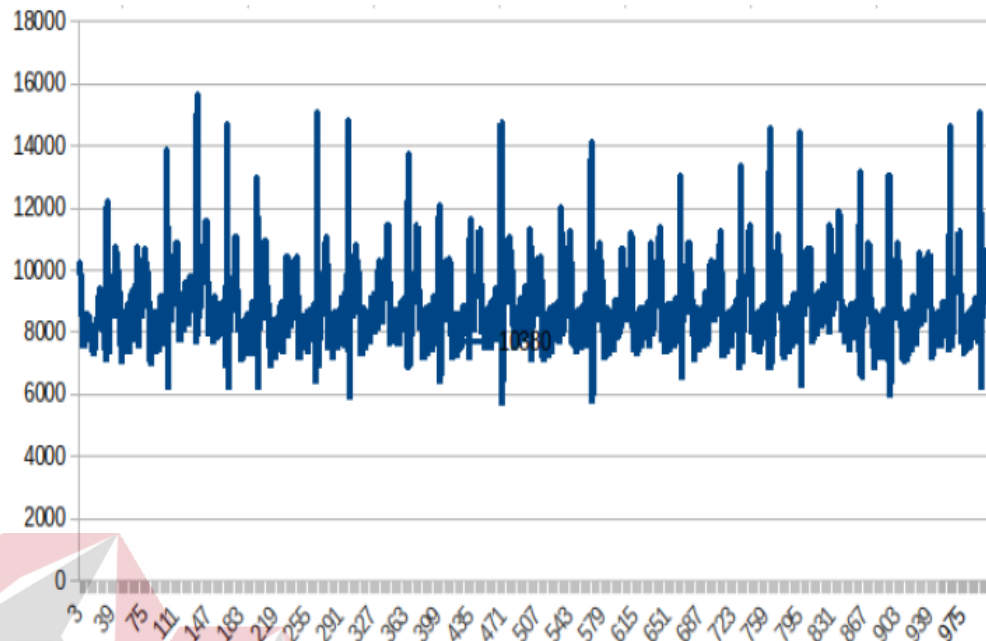


Gambar 4.25 Tampilan hasil pengambilan sample 23

Gambar 4.25 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 23 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek H.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 16000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

x. Pengujian Sample 24 (1000 Hz)

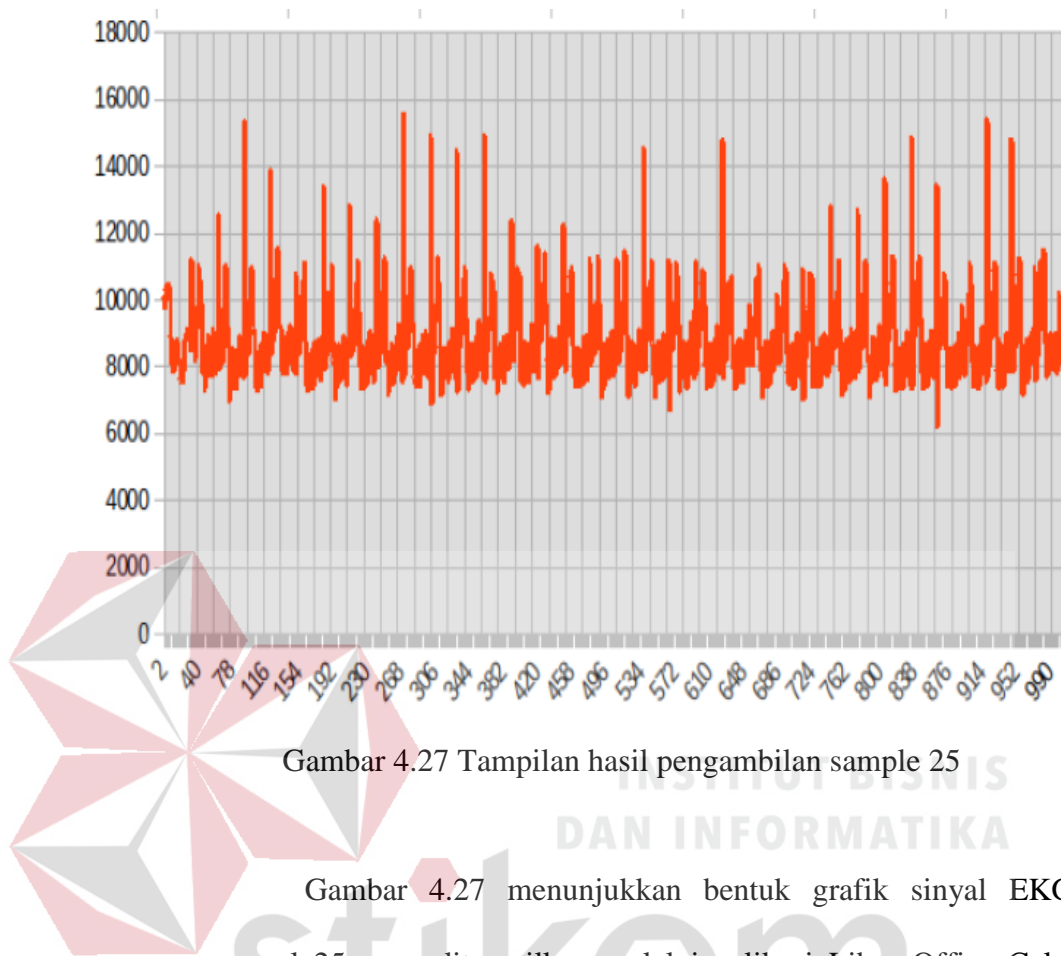


Gambar 4.26 Tampilan hasil pengambilan sample 24

Gambar 4.26 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 24 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek H.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 15500$  dan nilai minimal  $\pm 6700$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

y. Pengujian Sample 25 (250 Hz)

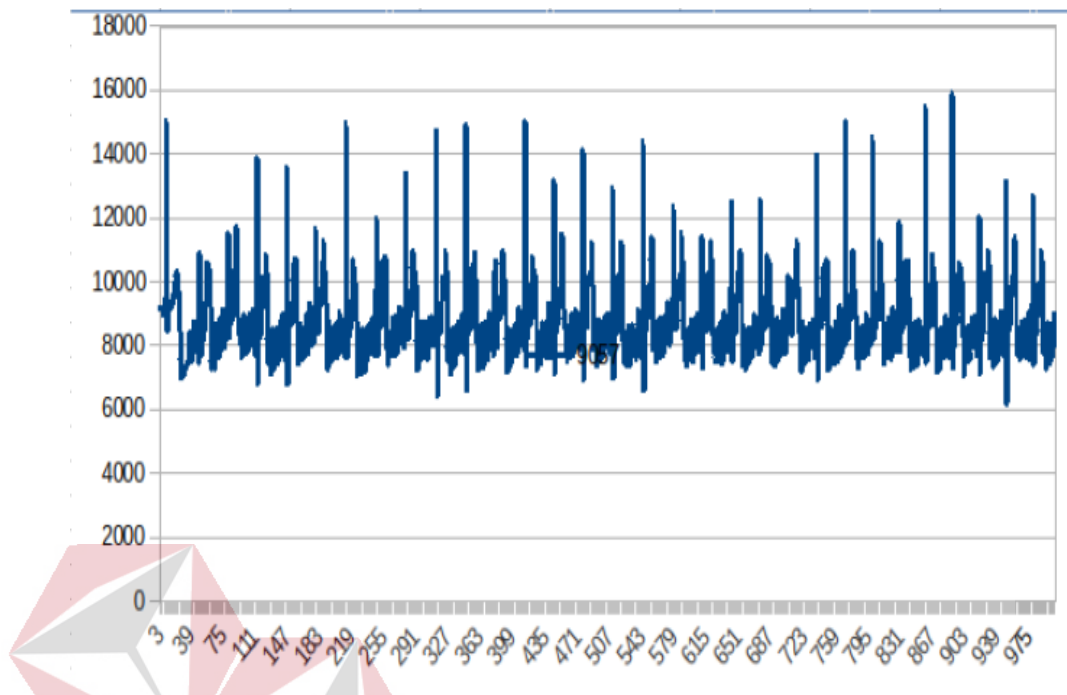


Gambar 4.27 Tampilan hasil pengambilan sample 25

Gambar 4.27 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 25 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek I.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 15500$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

z. Pengujian Sample 26 (500 Hz)



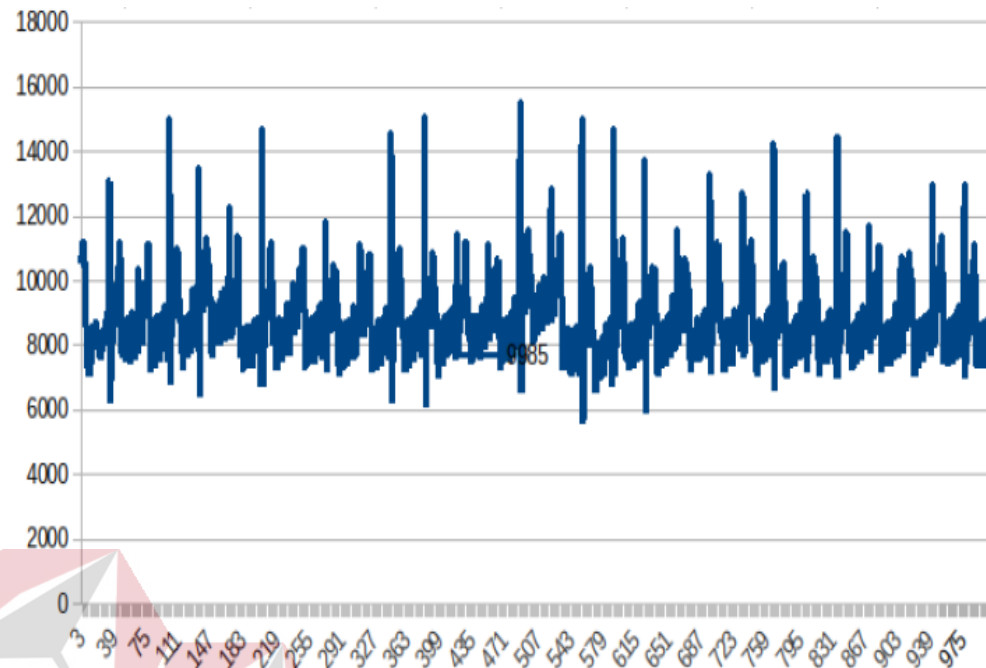
Gambar 4.28 Tampilan hasil pengambilan sample 26

Gambar 4.28 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 26 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek I.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 16000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.



aa. Pengujian Sample 27 (1000 Hz)

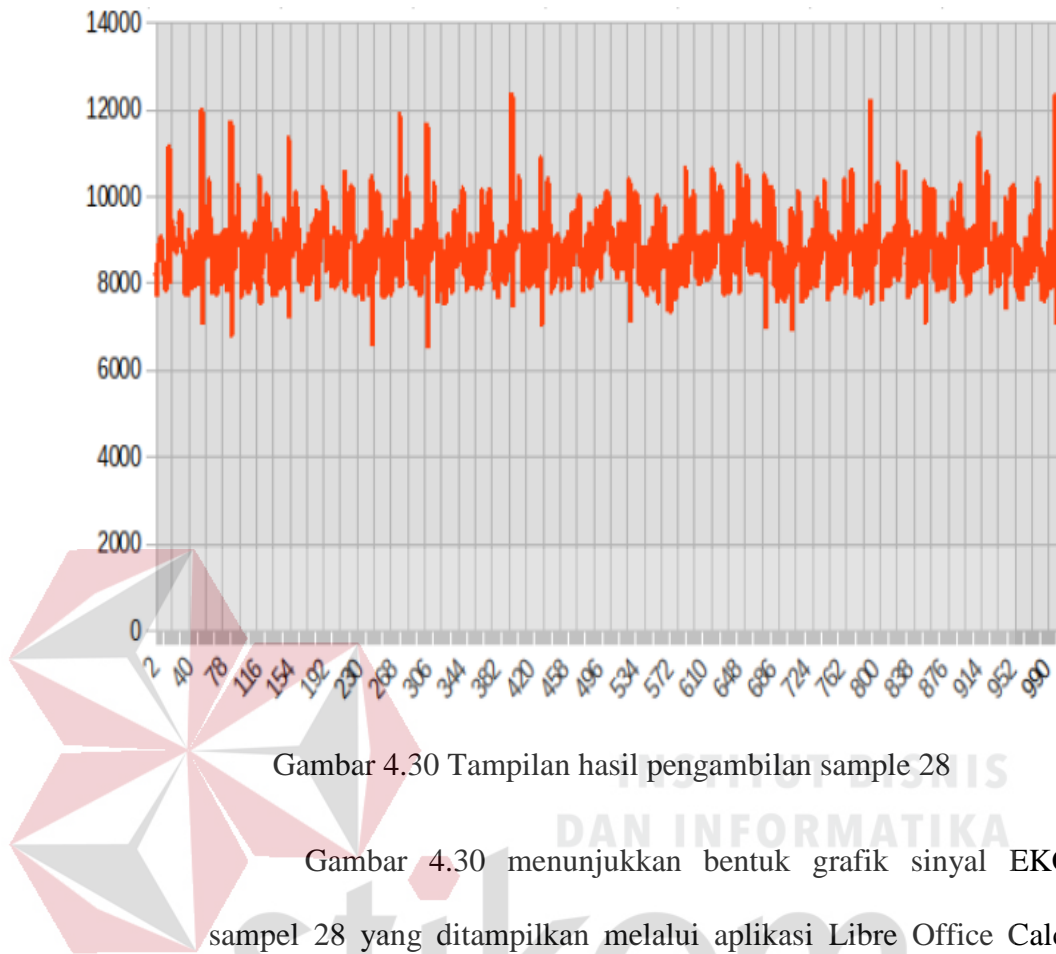


Gambar 4.29 Tampilan hasil pengambilan sample 27

Gambar 4.29 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 27 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek I.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 16000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

bb. Pengujian Sample 28 (250 Hz)

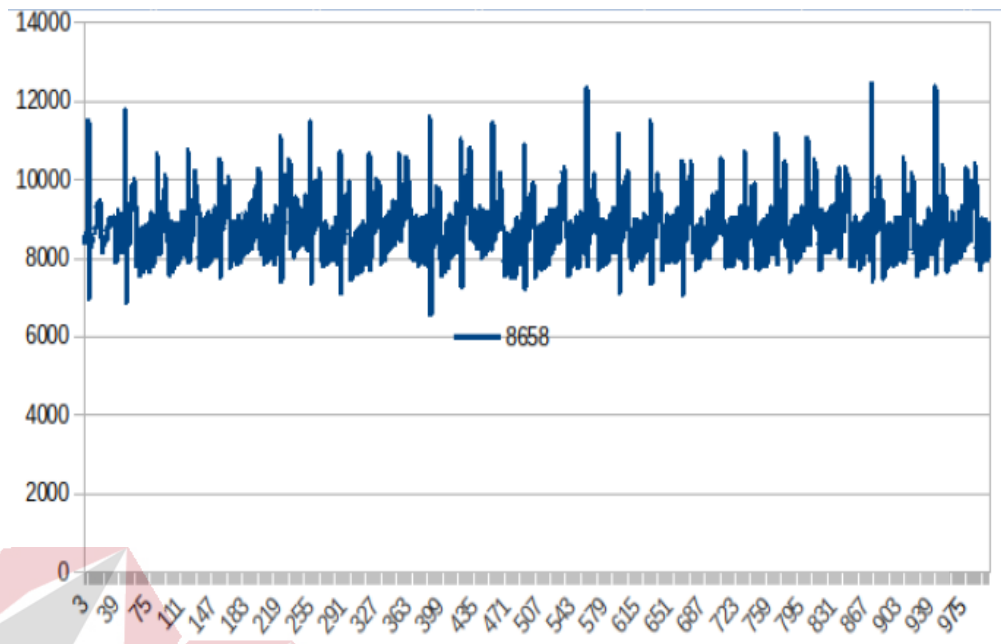


Gambar 4.30 Tampilan hasil pengambilan sample 28

Gambar 4.30 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 28 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek J.1 dengan frekuensi sampling 250 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 12000$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

cc. Pengujian Sample 29 (500 Hz)

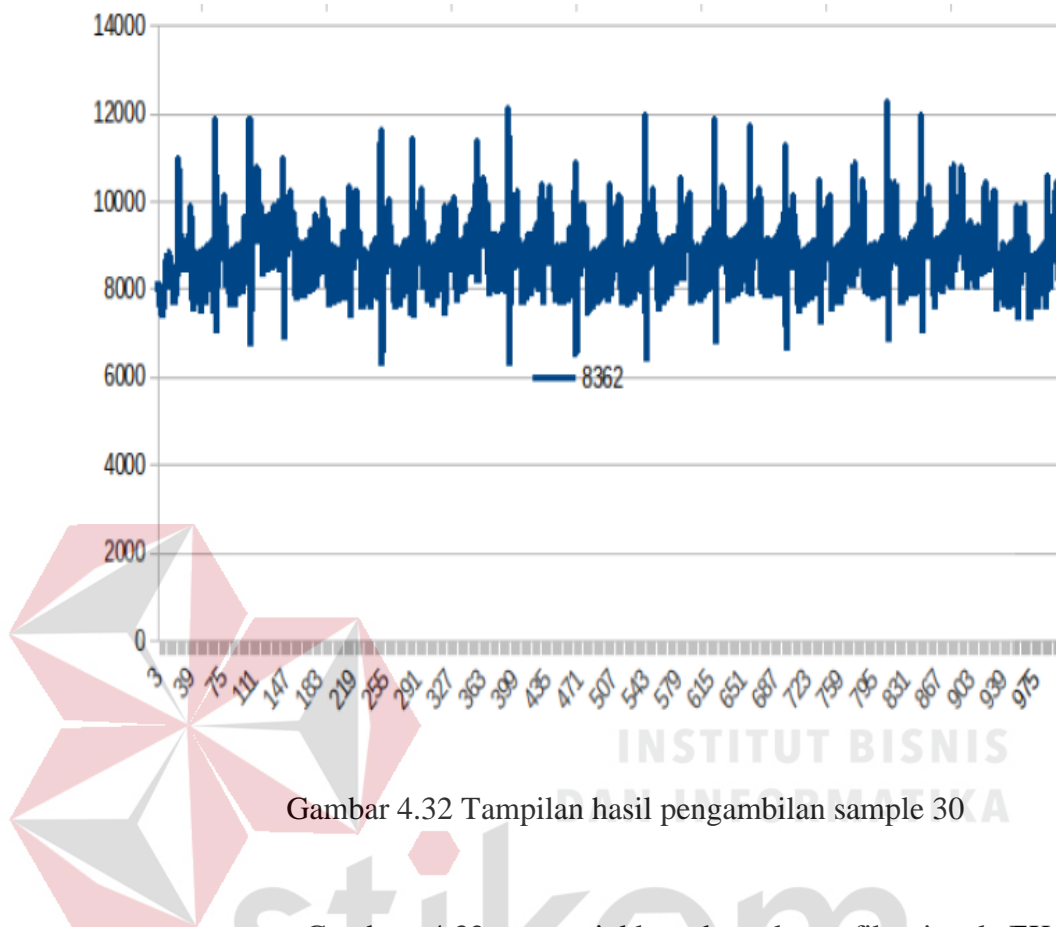


Gambar 4.31 Tampilan hasil pengambilan sample 29

Gambar 4.31 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 29 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek J.2 dengan frekuensi sampling 500 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 12000$  dan nilai minimal  $\pm 6000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

## dd. Pengujian Sample 30 (1000 Hz)



Gambar 4.32 Tampilan hasil pengambilan sample 30

Gambar 4.32 menunjukkan bentuk grafik sinyal EKG sampel 30 yang ditampilkan melalui aplikasi Libre Office Calc. Tampilan sinyal EKG subjek J.3 dengan frekuensi sampling 1000 Hz, merupakan hasil pembacaan yang dibangun dari hasil pembacaan data analog sensor AD8232 oleh raspberry dengan nilai maksimal  $\pm 12000$  dan nilai minimal  $\pm 7000$ .

Data tersebut masih berupa nilai hasil pembacaan ADC 16 bit dimana nilai cacahan datanya berada pada kisaran nilai antara 0 – 65535. Data ini yang kemudian akan dikirim menuju firebase dengan konversi menjadi nilai Volt.

### 4.3. Rekonstruksi pada aplikasi *mobile*

#### 4.3.1. Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membangun sinyal ECG berdasarkan pada data yang terekam di firebase hasil pengiriman raspberry.

#### 4.3.2. Alat dan Bahan

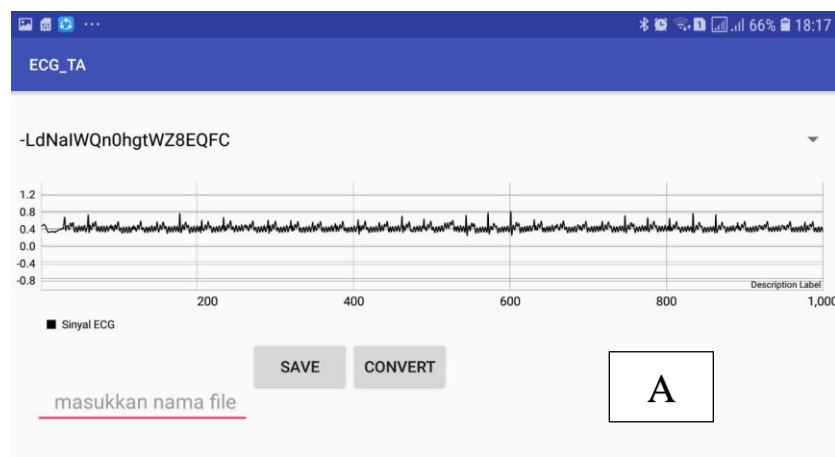
Bahan yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. Nox Android Emulator 6.2.7.1
- b. Snipping Tools

#### 4.3.3. Prosedur Pengujian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

- Membuka aplikasi Nox Android Emulator.
- Instalasi program .apk yang sudah dibuat di Android Studio.
- Menjalankan program ECG\_TA.apk di Emulator Android.
- Memilih *child* data yang ada sesuai dengan sampling .
- Menyalin sinyal ECG dengan Snipping Tools.
- Menyimpan hasil Snipping dari sinyal ECG.



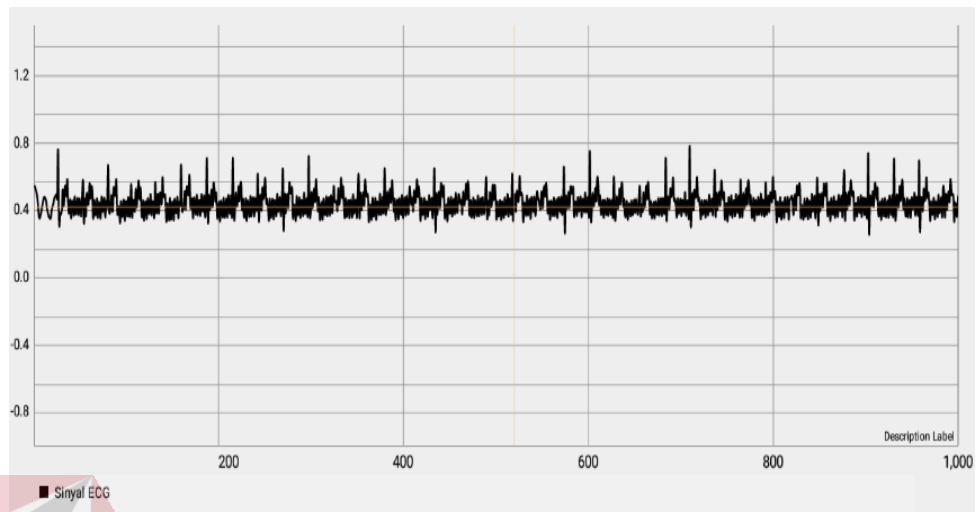


Gambar 4.33 Hasil Tampilan Pada aplikasi Android

Pada Gambar 4.33 merupakan hasil *screenshot* dari tampilan pada *smartphone* berbasis Android. Pada gambar A merupakan hasil tampilan pada kecepatan sampling 250 Hz, gambar B dengan kecepatan 500 Hz, dan gambar C dengan kecepatan 1000 Hz. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data dari 10 orang dengan 3 kecepatan sampling yang berbeda sehingga menghasilkan data – data seperti dibawah ini.

#### 4.4.4. Hasil Pengujian

##### a. Hasil Rekonstruksi Sample 1

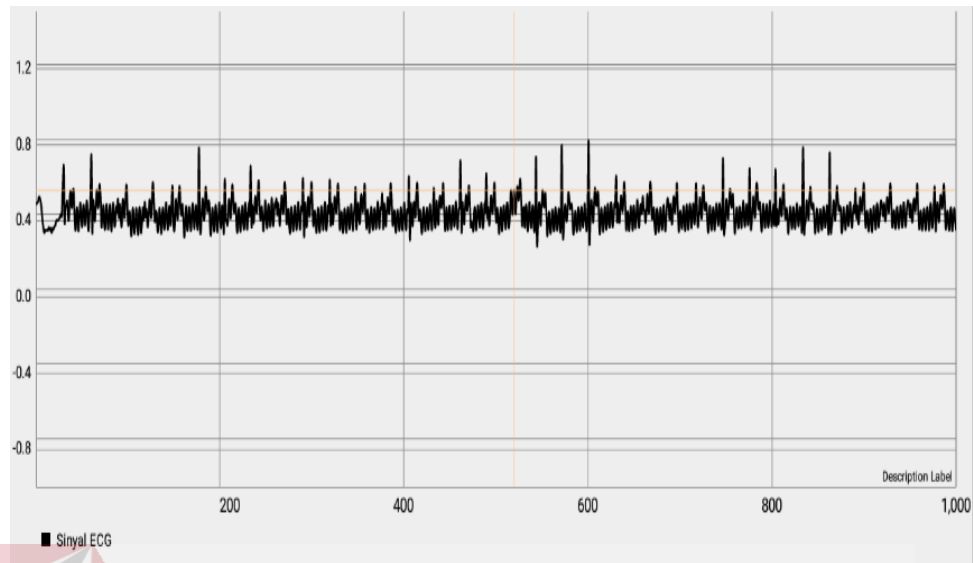


Gambar 4.34 Tampilan hasil rekonstruksi sample 1

Pada Gambar 4.34 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil pembacaan di mana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,2$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

### b. Hasil Rekonstruksi Sample 2



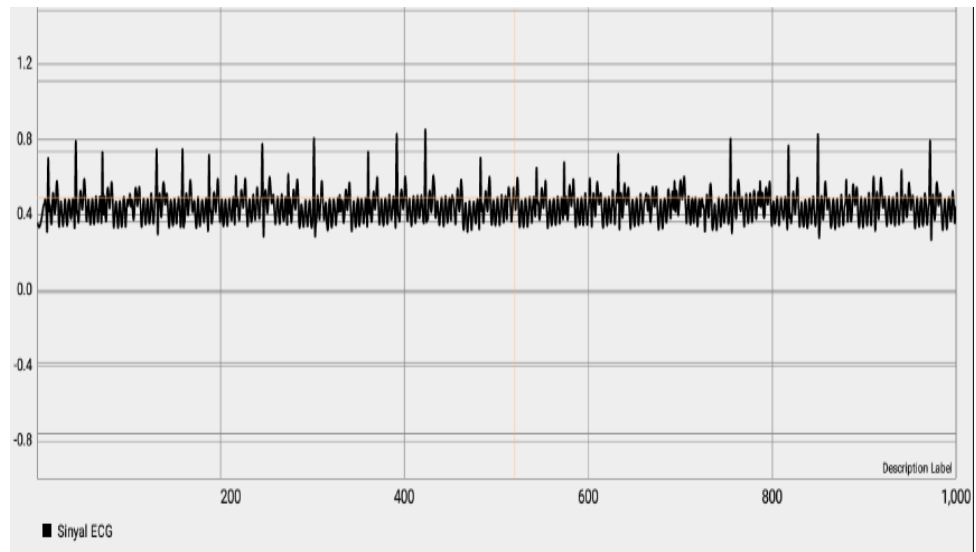
Gambar 4.34 Tampilan hasil rekonstruksi sample 2

Pada Gambar 4.34 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,3$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.



### c. Hasil Rekonstruksi Sample 3

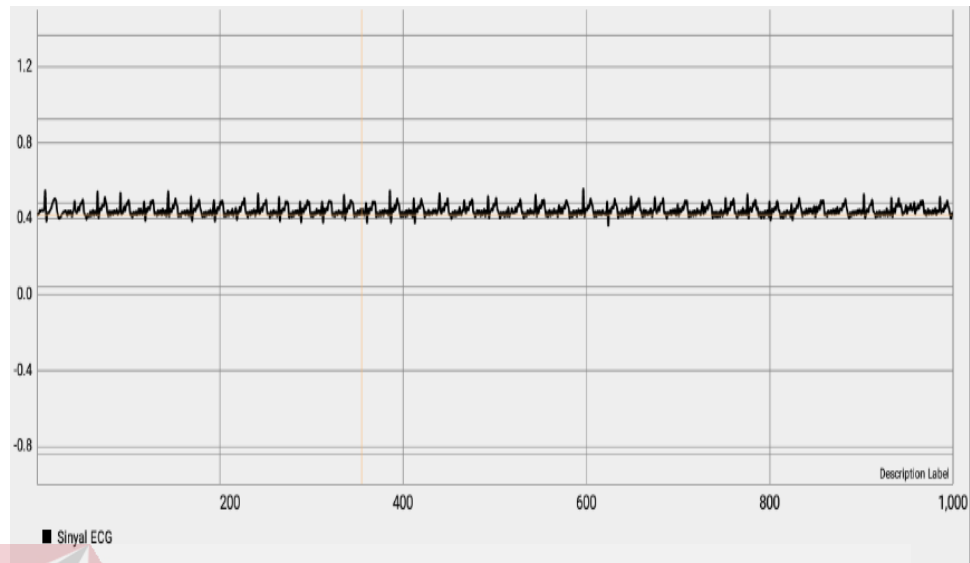


Gambar 4.35 Tampilan hasil rekonstruksi sample 3

Pada Gambar 4.35 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,85$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,25$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

#### d. Hasil Rekonstruksi Sample 4

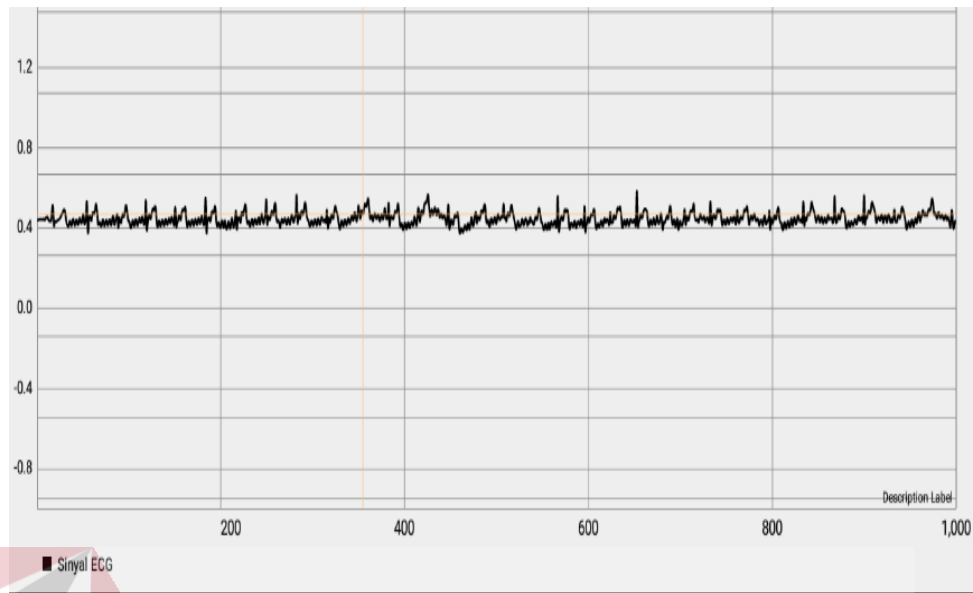


Gambar 4.36 Tampilan hasil rekonstruksi sample 4

Pada Gambar 4.36 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,55$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,3$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

e. Hasil Rekonstruksi Sample 5

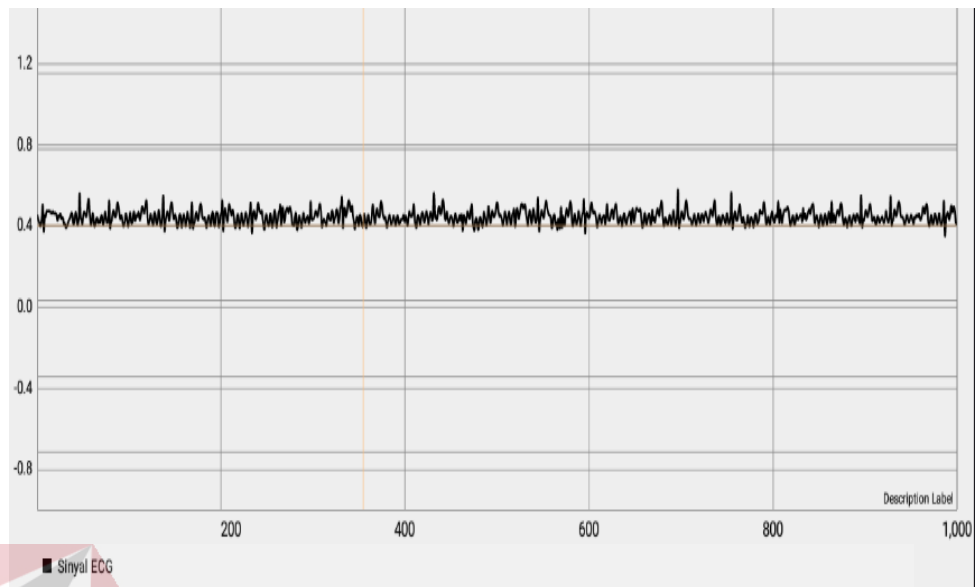


Gambar 4.37 Tampilan hasil rekonstruksi sample 5

Pada Gambar 4.37 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,6$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,25$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

## f. Hasil Rekonstruksi Sample 6

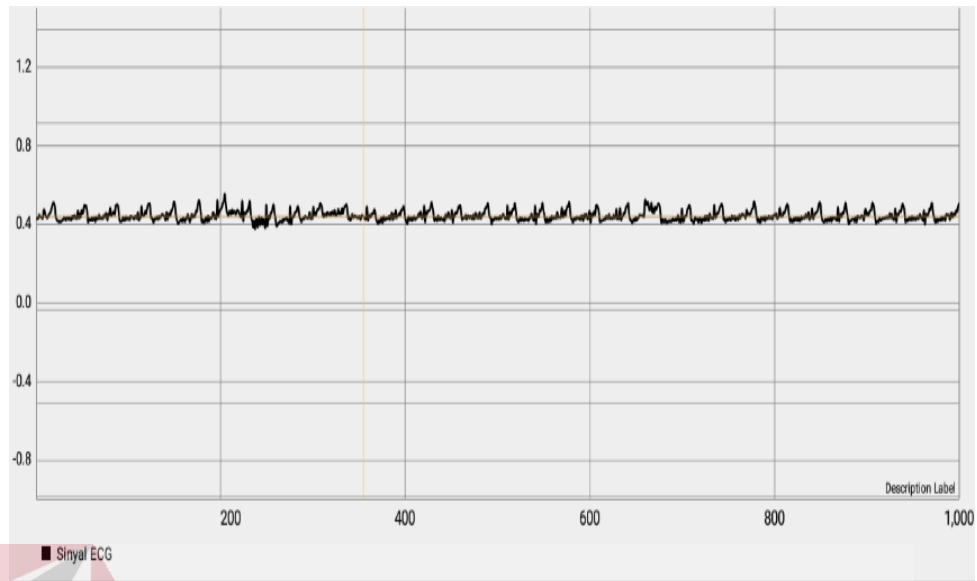


Gambar 4.38 Tampilan hasil rekonstruksi sample 6

Pada Gambar 4.38 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,55$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,25$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

## g. Hasil Rekonstruksi Sample 7

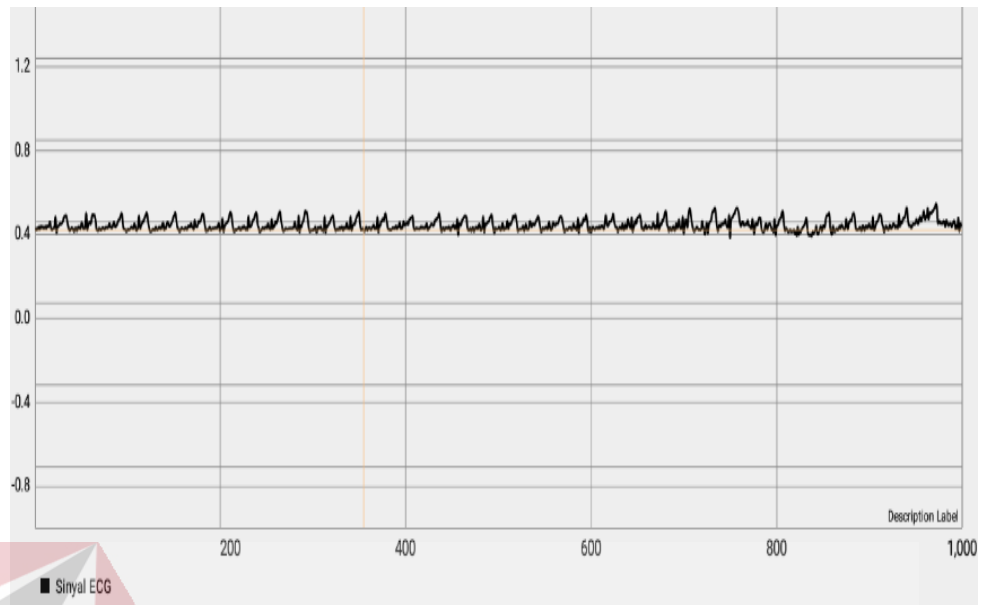


Gambar 4.39 Tampilan hasil rekonstruksi sample 7

Pada Gambar 4.39 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,6$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,3$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

#### h. Hasil Rekonstruksi Sample 8

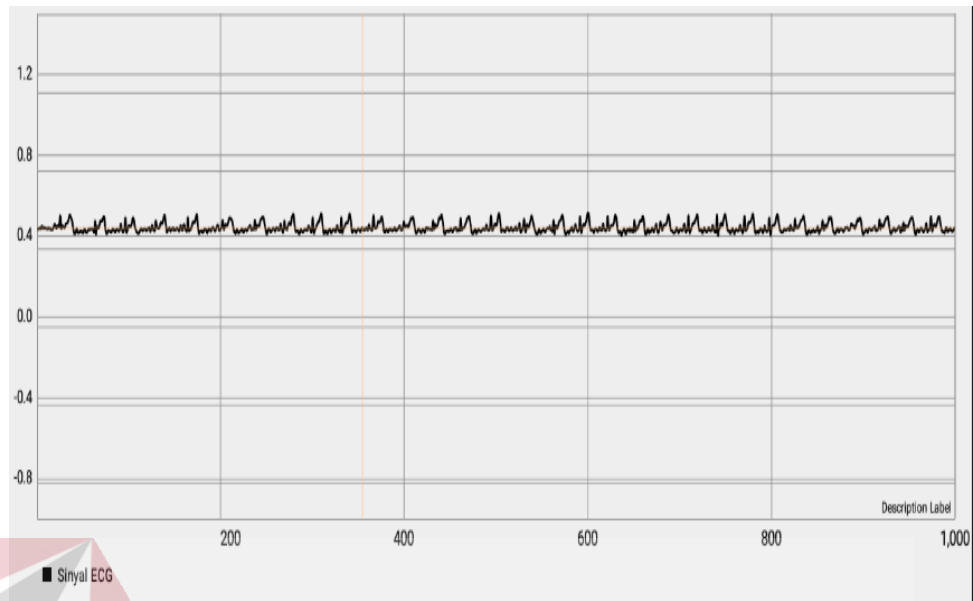


Gambar 4.40 Tampilan hasil rekonstruksi sample 8

Pada Gambar 4.40 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,55$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,35$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

### i. Hasil Rekonstruksi Sample 9

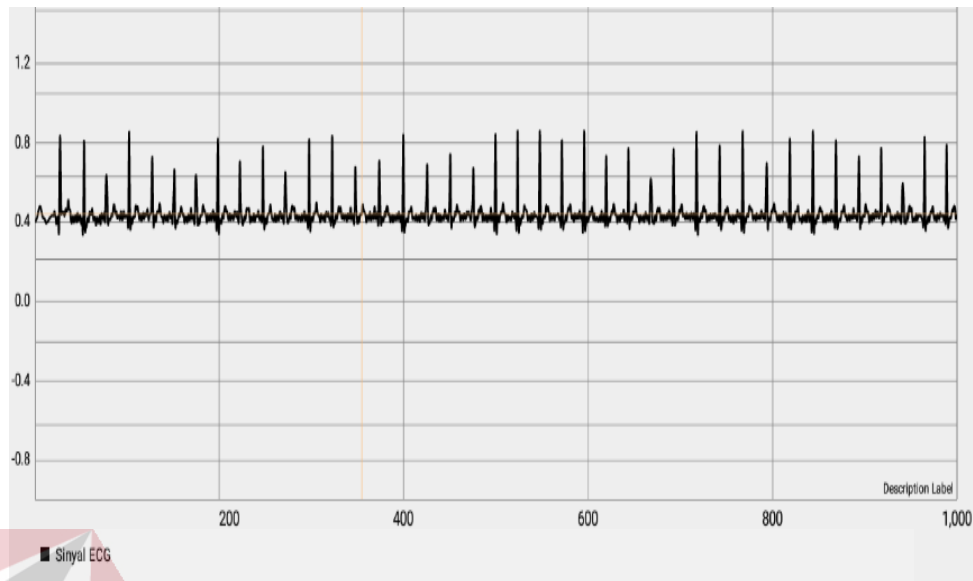


Gambar 4.41 Tampilan hasil rekonstruksi sample 9

Pada Gambar 4.41 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,55$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,35$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

## j. Hasil Rekonstruksi Sample 10



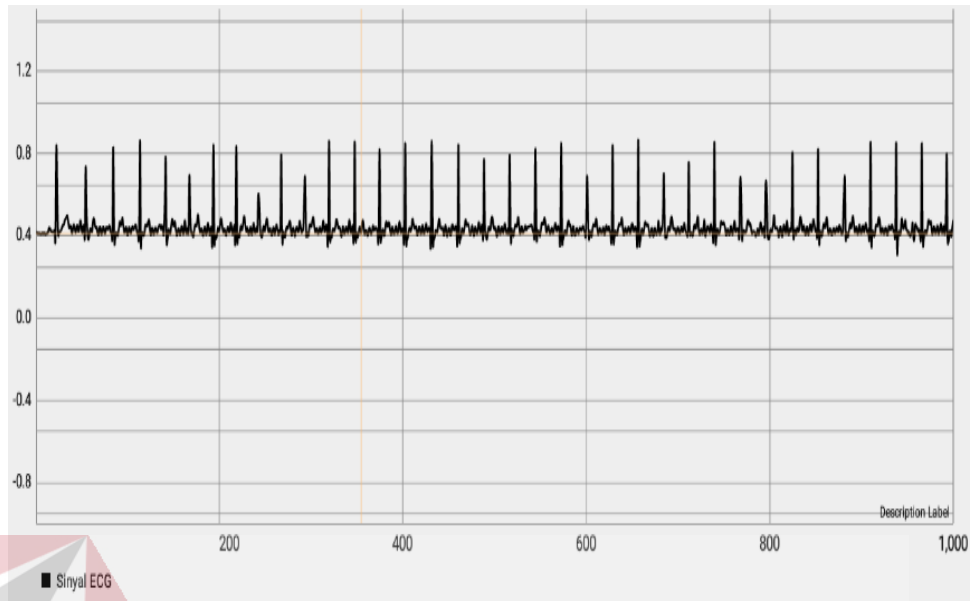
Gambar 4.42 Tampilan hasil rekonstruksi sample 10

Pada Gambar 4.42 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,85$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,28$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.



### k. Hasil Rekonstruksi Sample 11

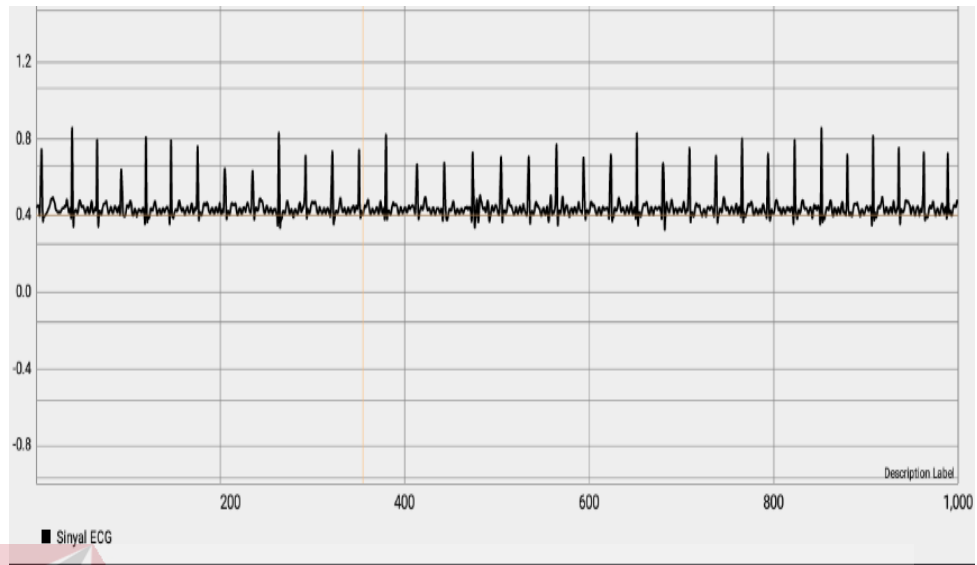


Gambar 4.43 Tampilan hasil rekonstruksi sample 11

Pada Gambar 4.43 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,83$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,35$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

### 1. Hasil Rekonstruksi Sample 12

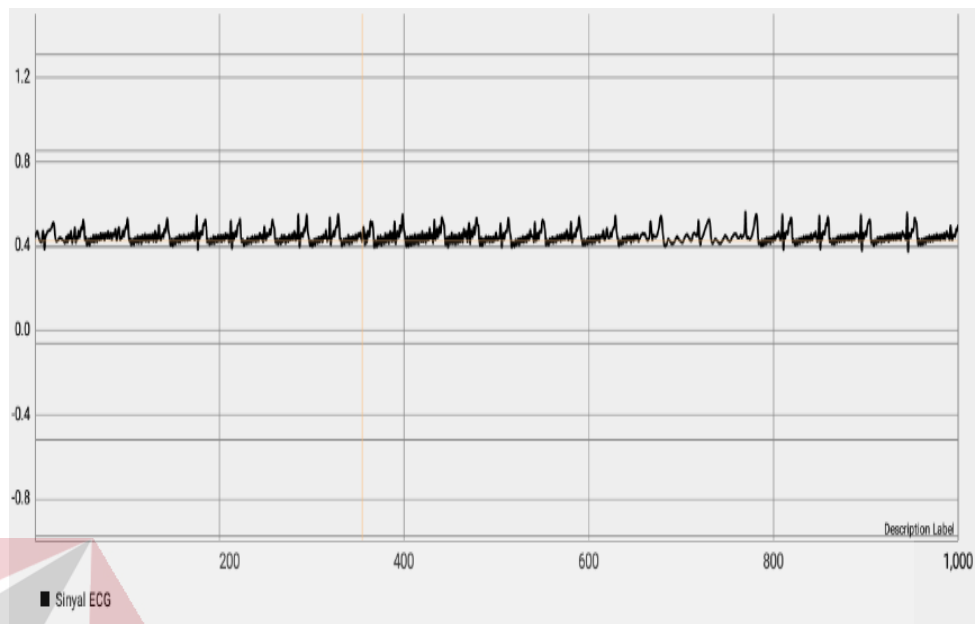


Gambar 4.44 Tampilan hasil rekonstruksi sample 12

Pada Gambar 4.44 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,83$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,3$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

### m. Hasil Rekonstruksi Sample 13

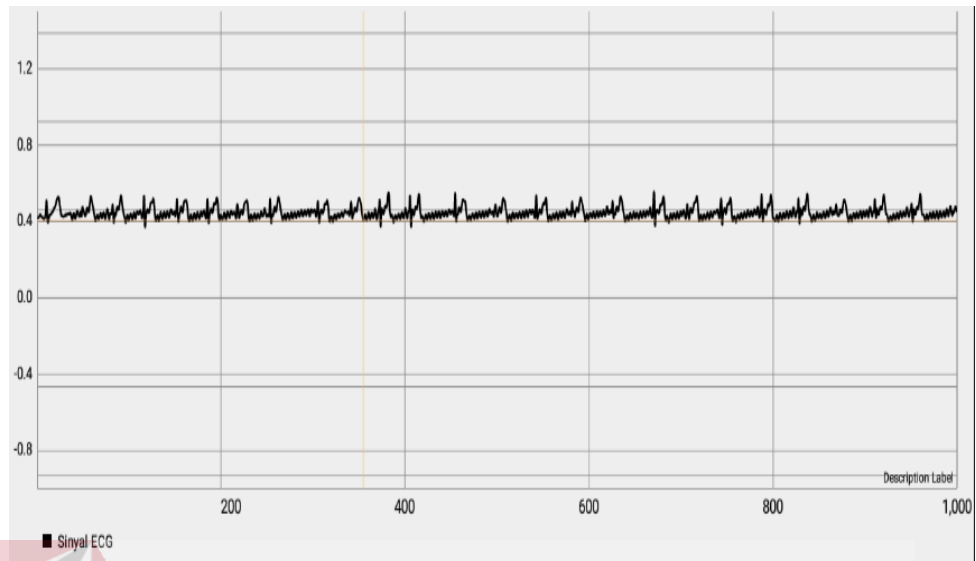


Gambar 4.45 Tampilan hasil rekonstruksi sample 13

Pada Gambar 4.45 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,55$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,25$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

#### n. Hasil Rekonstruksi Sample 14

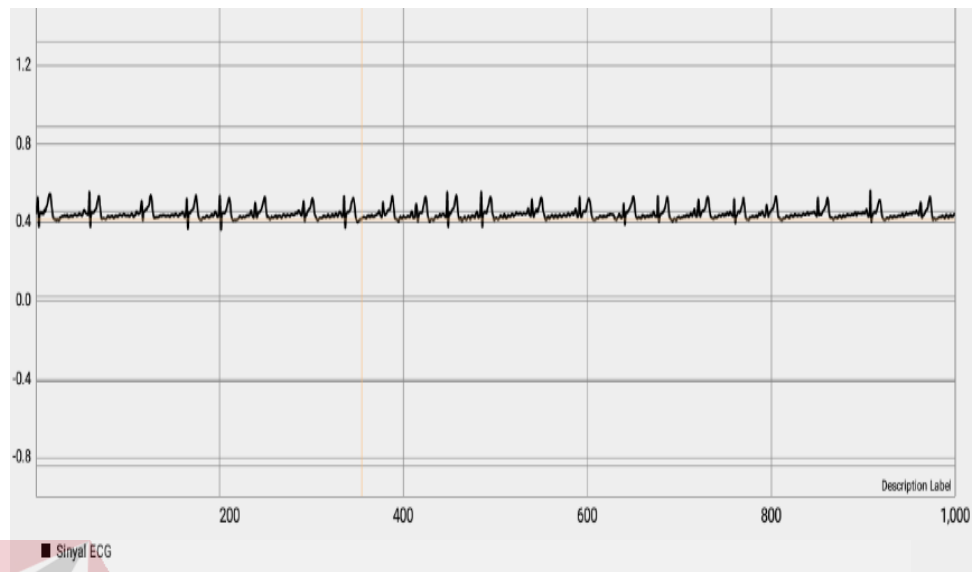


Gambar 4.46 Tampilan hasil rekonstruksi sample 14

Pada Gambar 4.46 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,55$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,28$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

o. Hasil Rekonstruksi Sample 15

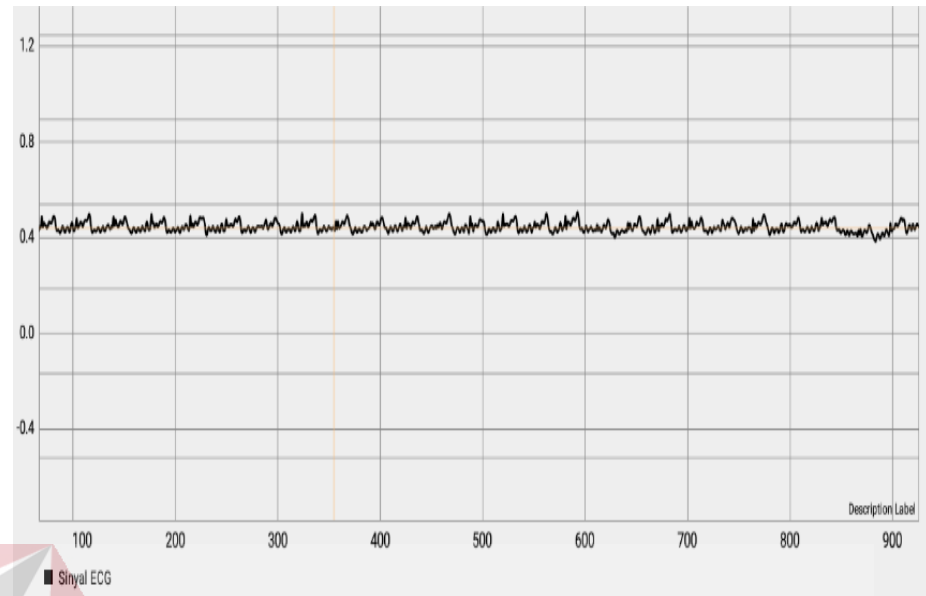


Gambar 4.47 Tampilan hasil rekonstruksi sample 15

Pada Gambar 4.47 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,6$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,38$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

p. Hasil Rekonstruksi Sample 16

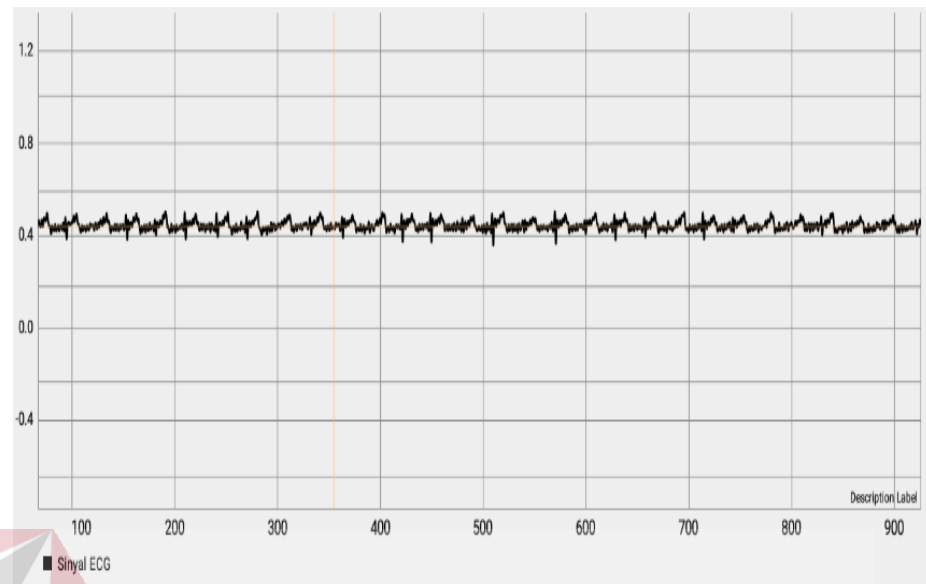


Gambar 4.48 Tampilan hasil rekonstruksi sample 16

Pada Gambar 4.48 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,55$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,38$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

q. Hasil Rekonstruksi Sample 17

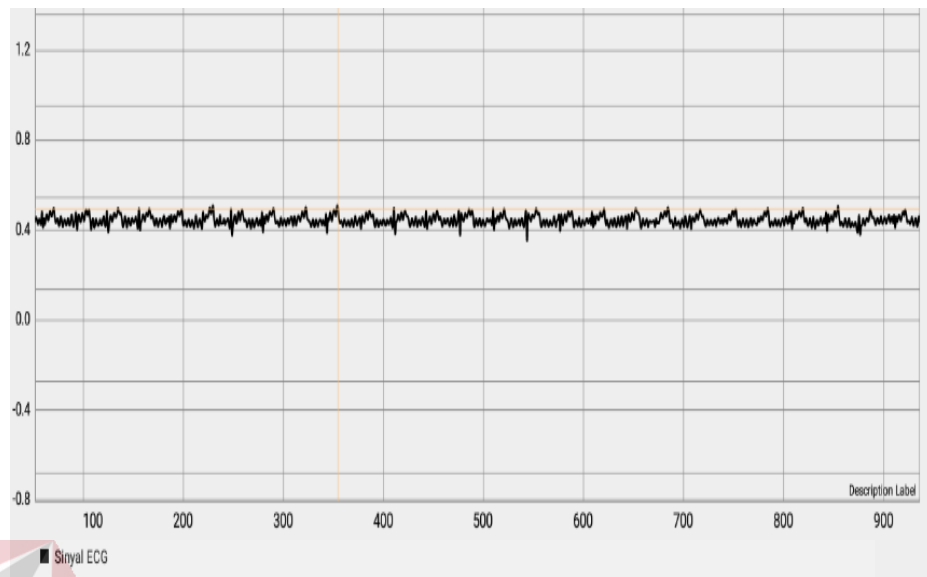


Gambar 4.49 Tampilan hasil rekonstruksi sample 17

Pada Gambar 4.49 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,55$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,4$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

### r. Hasil Rekonstruksi Sample 18



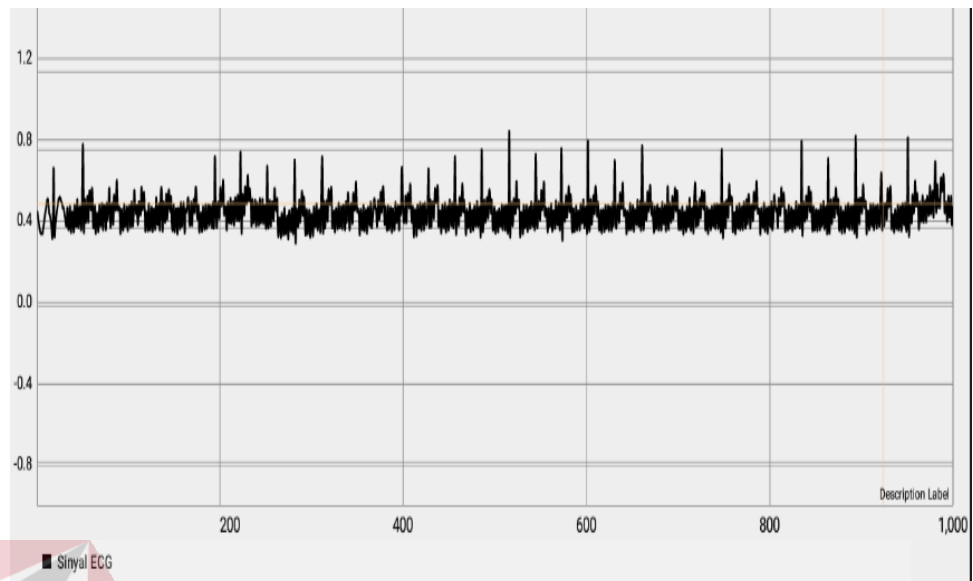
Gambar 4.50 Tampilan hasil rekonstruksi sample 18

Pada Gambar 4.50 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,48$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,28$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.



s. Hasil Rekonstruksi Sample 19

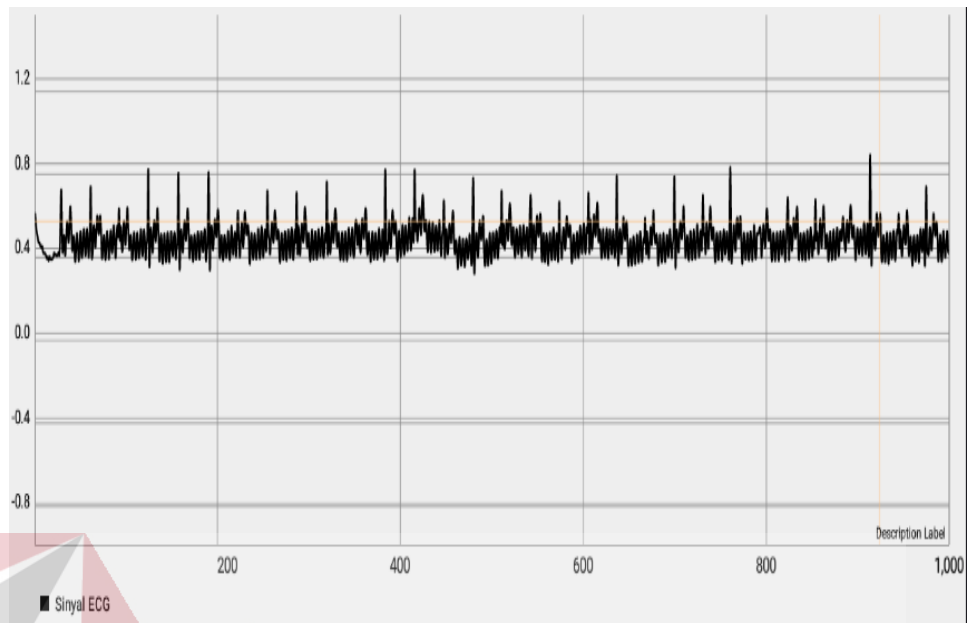


Gambar 4.51 Tampilan hasil rekonstruksi sample 19

Pada Gambar 4.51 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,31$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

t. Hasil Rekonstruksi Sample 20

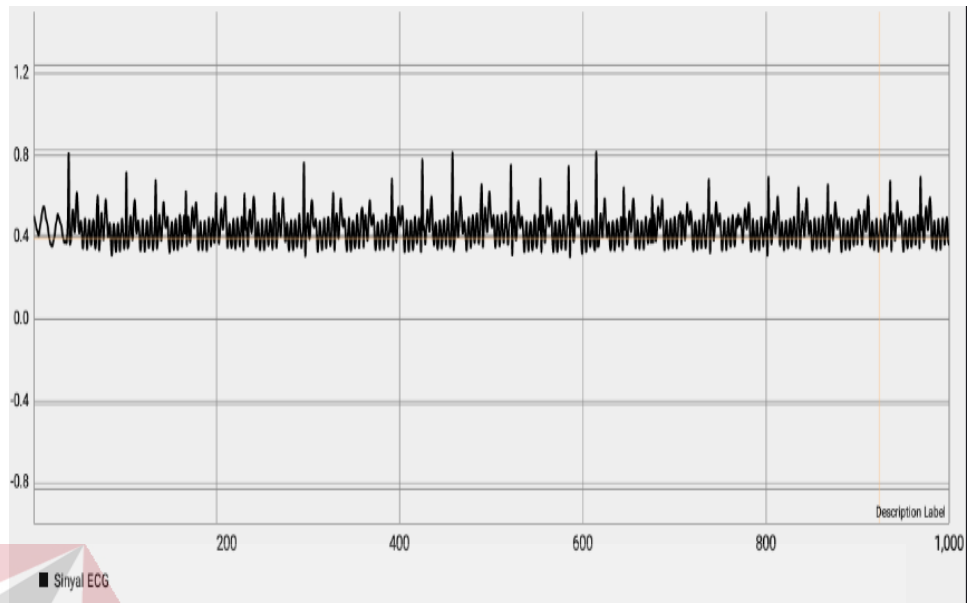


Gambar 4.52 Tampilan hasil rekonstruksi sample 20

Pada Gambar 4.52 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,32$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

#### u. Hasil Rekonstruksi Sample 21

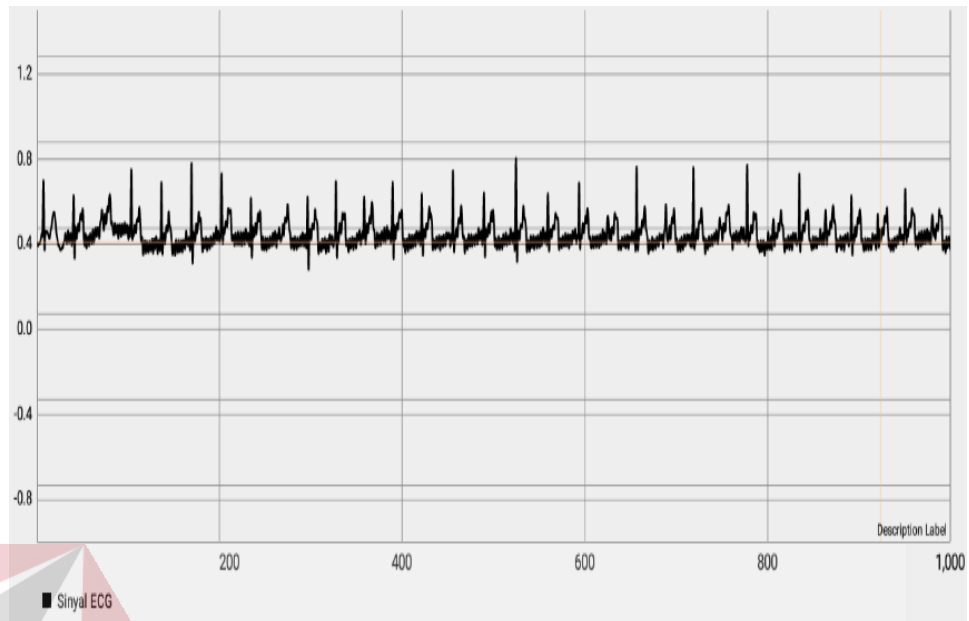


Gambar 4.53 Tampilan hasil rekonstruksi sample 21

Pada Gambar 4.53 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,35$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

#### v. Hasil Rekonstruksi Sample 22

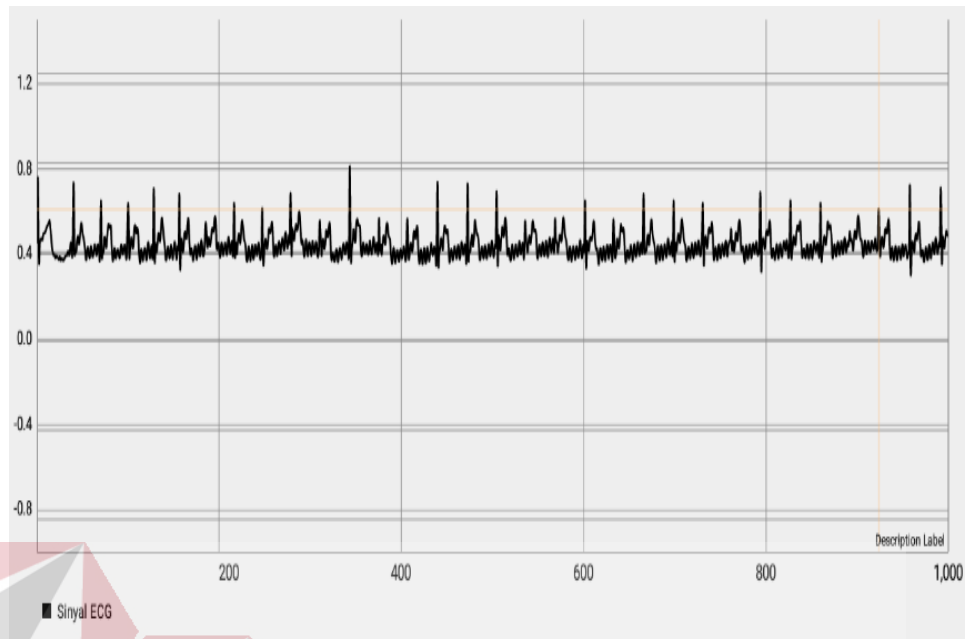


Gambar 4.54 Tampilan hasil rekonstruksi sample 22

Pada Gambar 4.54 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,25$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

### w. Hasil Rekonstruksi Sample 23

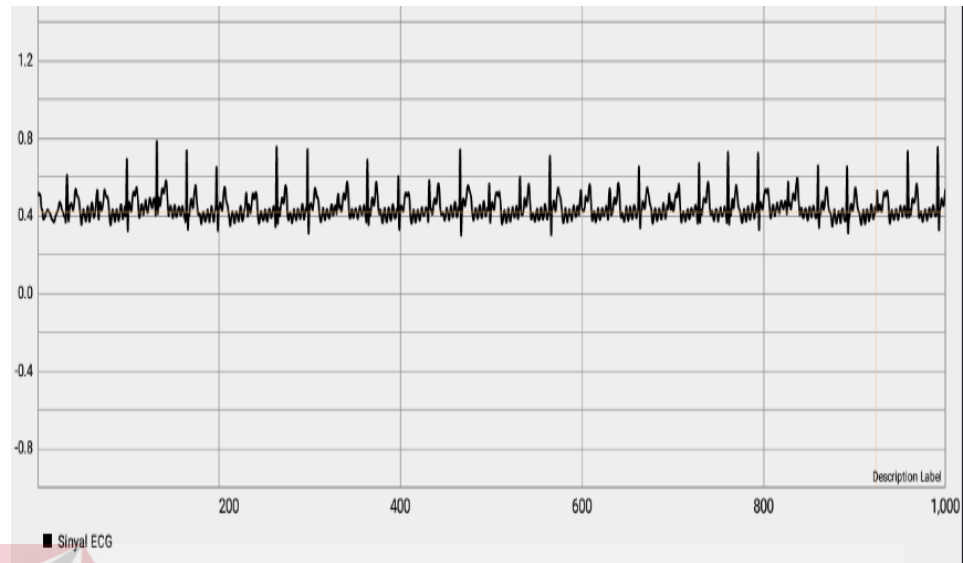


Gambar 4.55 Tampilan hasil rekonstruksi sample 23

Pada Gambar 4.55 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,29$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

#### x. Hasil Rekonstruksi Sample 24

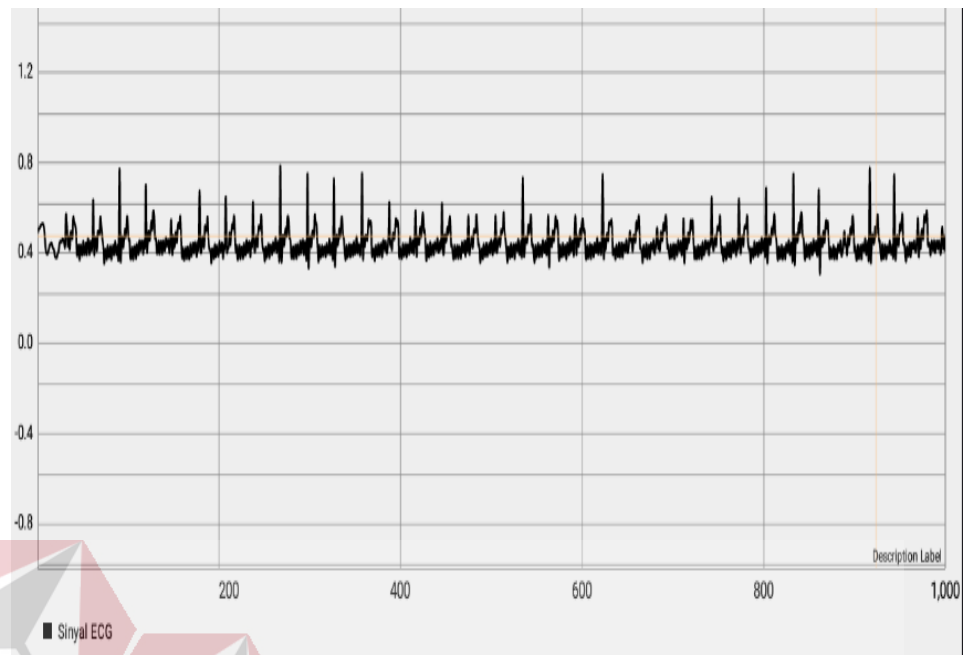


Gambar 4.56 Tampilan hasil rekonstruksi sample 24

Pada Gambar 4.56 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,25$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

y. Hasil Rekonstruksi Sample 25

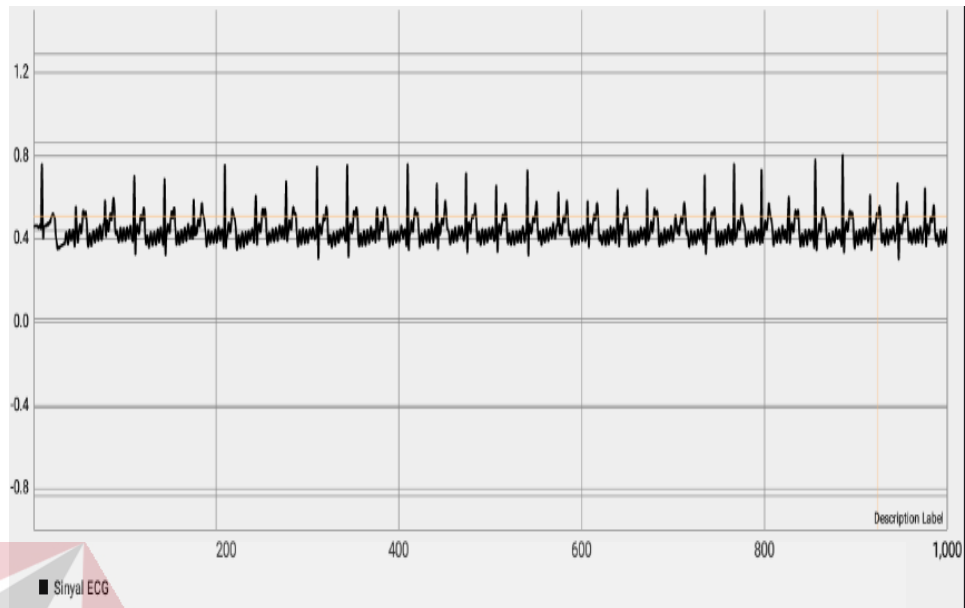


Gambar 4.57 Tampilan hasil rekonstruksi sample 25

Pada Gambar 4.57 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,76$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,33$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

### z. Hasil Rekonstruksi Sample 26



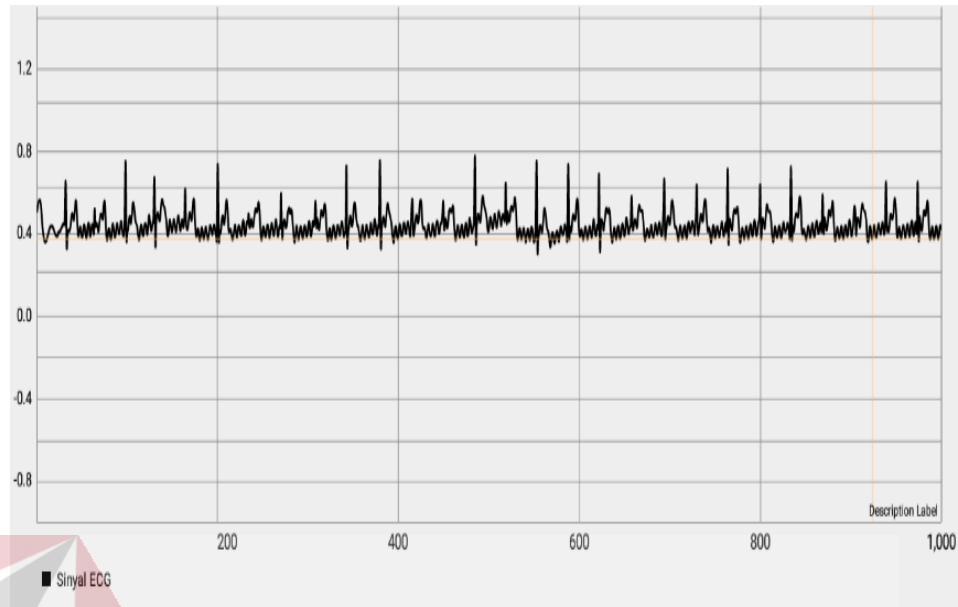
Gambar 4.58 Tampilan hasil rekonstruksi sample 26

Pada Gambar 4.58 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,8$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,36$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.



### aa. Hasil Rekonstruksi Sample 27

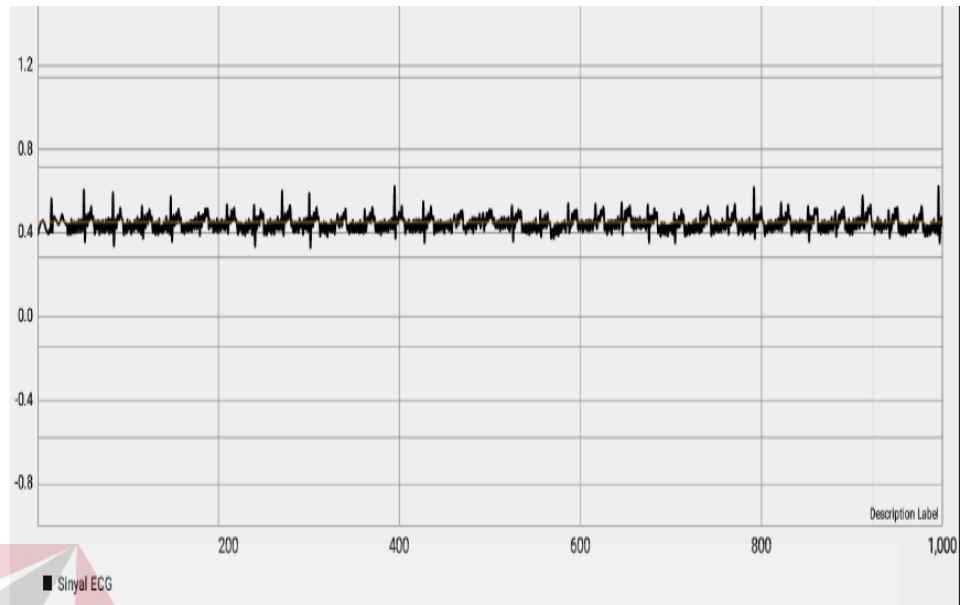


Gambar 4.59 Tampilan hasil rekonstruksi sample 27

Pada Gambar 4.59 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,78$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,3$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

### bb. Hasil Rekonstruksi Sample 28

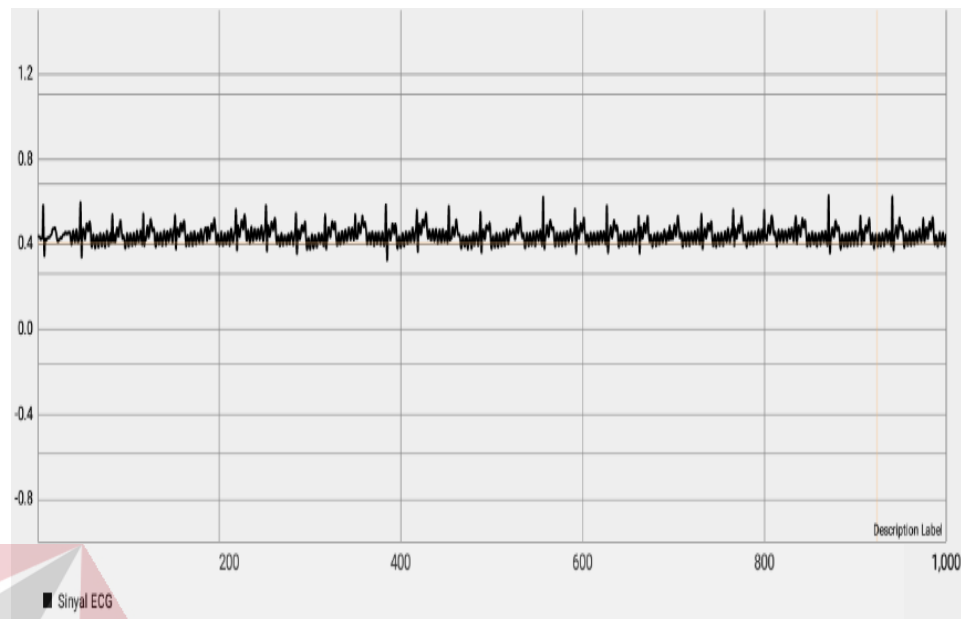


Gambar 4.60 Tampilan hasil rekonstruksi sample 28

Pada Gambar 4.60 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,66$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,28$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

## cc. Hasil Rekonstruksi Sample 29

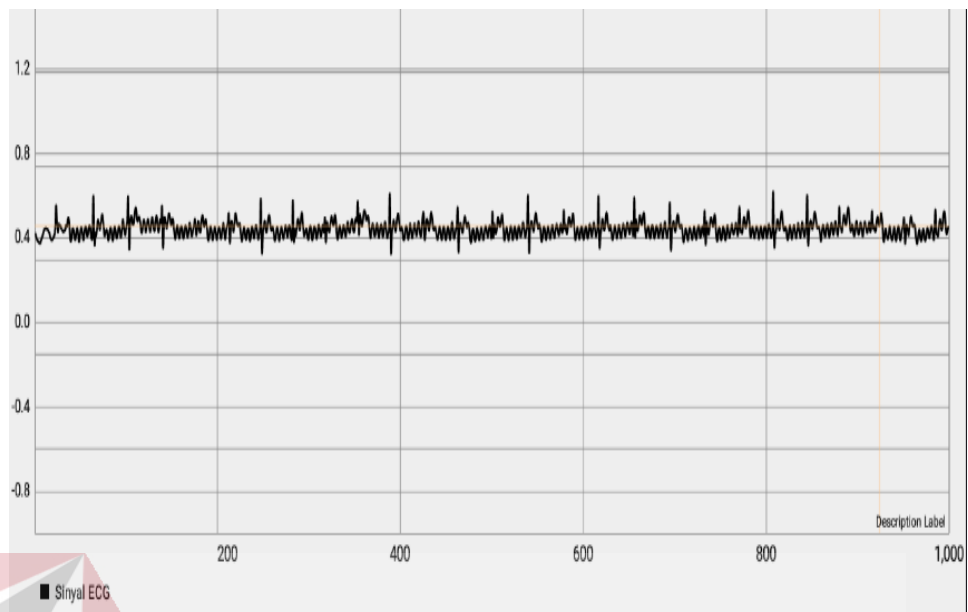


Gambar 4.61 Tampilan hasil rekonstruksi sample 29

Pada Gambar 4.61 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,6$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,3$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

## dd. Hasil Rekonstruksi Sample 30



Gambar 4.62 Tampilan hasil rekonstruksi sample 30

Pada Gambar 4.62 tampak sinyal EKG dengan 1000 data pada sumbu X hasil rekonstruksi dimana sumbu Y menunjukkan nilai dari tegangan yang dimiliki oleh aktifitas elektrik jantung, nilai tersebut berada pada satuan volt hasil dari perubahan nilai ADC dari pembacaan nilai analog di raspberry.

Data hasil pembacaan tersebut memiliki nilai maksimal berada pada nilai  $\pm 0,61$  volt, dan nilai minimal berada pada nilai  $\pm 0,29$  volt. Nilai tersebut merupakan hasil pembacaan dari aktifitas elektrik jantung yang diambil dari modul AD8232 oleh raspberry.

#### 4.4. Perbandingan data antara Node sensor dengan Android

##### 4.4.1. Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membuktikan data yang terdapat di aplikasi *mobile* sama dengan data yang ada didalam raspberry.

##### 4.4.2. Alat dan Bahan

Bahan yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Aplikasi Matlab 2018
- Notepad++

##### 4.4.3. Prosedur Pengujian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

- Mengambil data Json dari firebase.
- Membuka file Json tersebut dengan notepad++.
- Mengambil data dari pembacaan sensor pada raspberry, dimana data awal yang masuk ke raspberry berupa data analog diubah menjadi nilai tegangan menyesuaikan data yang ditampilkan pada Android.
- Menyalin data – data tersebut kedalam command window Matlab.

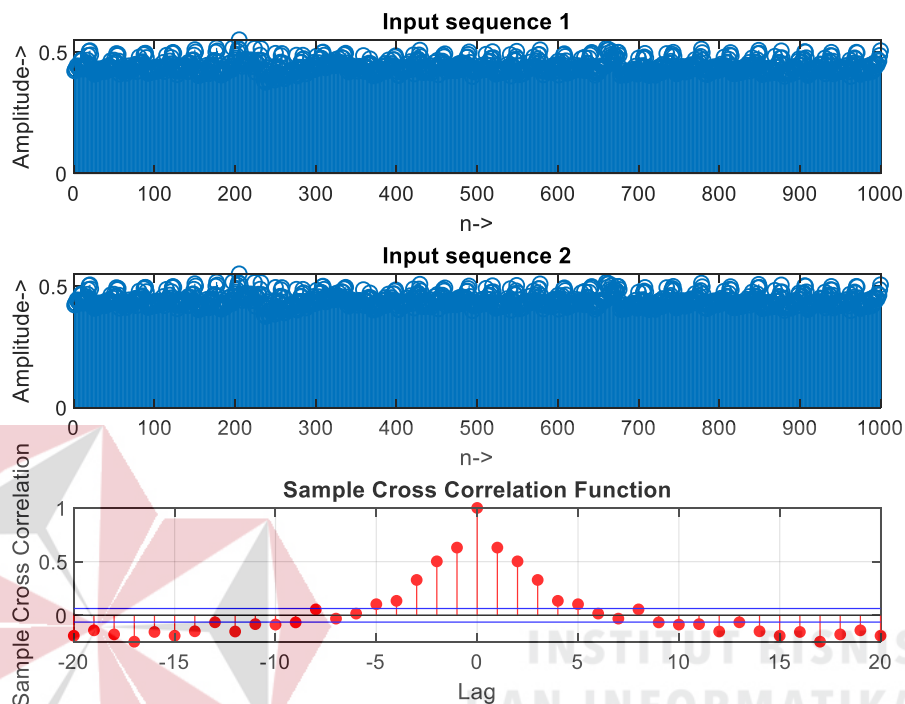
Sample 1 (250 Hz)		Sample 1 (500 Hz)		Sample 1 (1000 Hz)	
Data Analog Raspi	Hasil Konversi (V)	Data Analog Raspi	Hasil Konversi (V)	Data Analog Raspi	Hasil Konversi (V)
8400	0.422980087	8711	0.438640421	8757	0.440956741
8549	0.430482948	8697	0.437935454	8836	0.444934768
8493	0.427663081	8771	0.441661707	8949	0.450624857
8830	0.444632639	8781	0.442165255	8779	0.442064546
8725	0.439345388	8774	0.441812772	8158	0.410794232
8630	0.434561685	8740	0.44010071	12799	0.64449073
8607	0.433403525	8786	0.442417029	14391	0.724655528
8545	0.430281529	8773	0.441762417	7862	0.39588922
9313	0.468953994	8697	0.437935454	7879	0.396745251
9259	0.466234836	8865	0.446395056	7843	0.394932479
8820	0.444129091	8928	0.449567407	8001	0.402888533
8663	0.436223392	8996	0.452991531	8117	0.408729686
8561	0.431087205	8770	0.441611353	8300	0.41794461
8752	0.440704967	8615	0.433806363	8568	0.431439689
8915	0.448912795	8669	0.436525521	8752	0.440704967
9067	0.45656672	8646	0.435367361	9111	0.45878233
9284	0.467493706	9534	0.480082399	9558	0.481290913
9678	0.487333486	10097	0.508432136	9595	0.48315404
10013	0.504202335	8175	0.411650263	9787	0.492822156
10050	0.506560000	8555	0.430785077	0488	0.477766070

Gambar 4.62 Gambar proses konversi data analog Raspberry menjadi volt

Pada Tabel 4.62 merupakan hasil pembacaan analog pada sensor AD8232 oleh Raspberry. Data – data tersebut yang akan dibandingkan dengan data hasil pembacaan aplikasi Android. Namun terjadi perbedaan data dikarenakan pada aplikasi Android data analog tersebut sudah terkonversi kedalam satuan volt. Sehingga diperlukan konversi serupa pada data analog hasil pembacaan oleh raspberry. Dengan rumus konversi ADC untuk mengubah data analog menjadi digital, hasil data analog tersebut diubah menjadi satuan volt dan bisa dikomparasikan dengan metode *Cross-correlation* sesuai dengan hasil dibawah ini.

#### 4.4.4. Hasil Pengujian

##### ○ Pengujian Sample 1

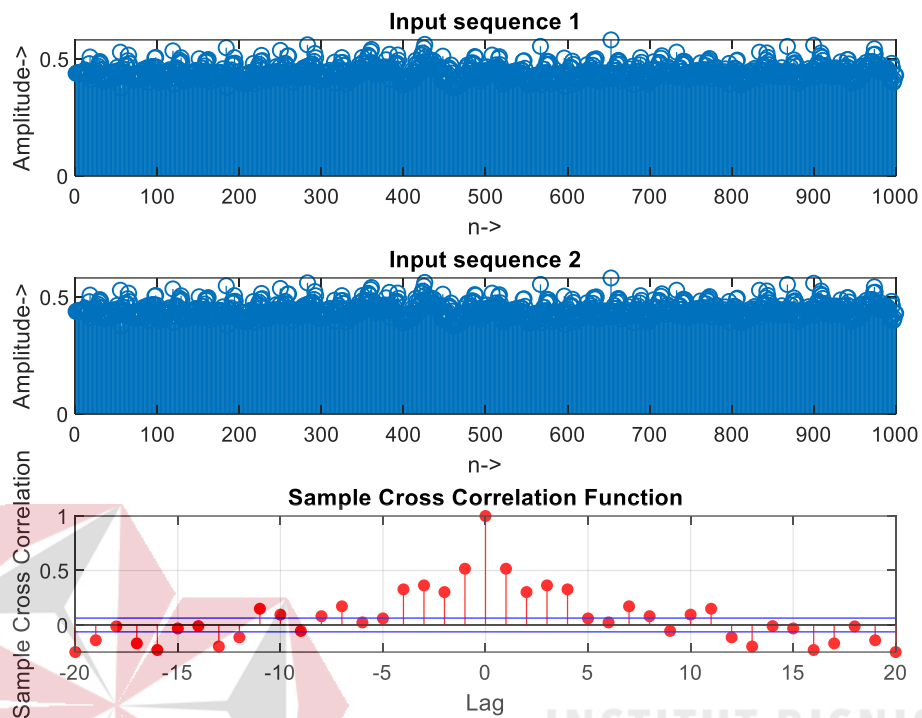


Gambar 4.63 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 1

Pada Gambar 4.63 dapat dilihat bahwa pada bagian *sequence* 1 merupakan representasi data hasil pembacaan sensor dengan nilai sample 250 Hz diambil pada raspberry, sedangkan pada bagian *sequence* 2 merupakan representasi data yang diambil dari data Android. Gambar 4.63 bagian bawah merupakan hasil dari *cross-correlation* untuk maksimum 20 lag.

Hasil perbandingan kedua data tersebut menunjukkan bahwa nilai *cross correlation* pada lag ke-0 adalah sebesar 1. Hal ini berarti kedua data tersebut, yaitu data hasil pembacaan sensor dan data pada basis data *Firebase* memiliki kecocokan 100 %.

○ Pengujian Sample 2



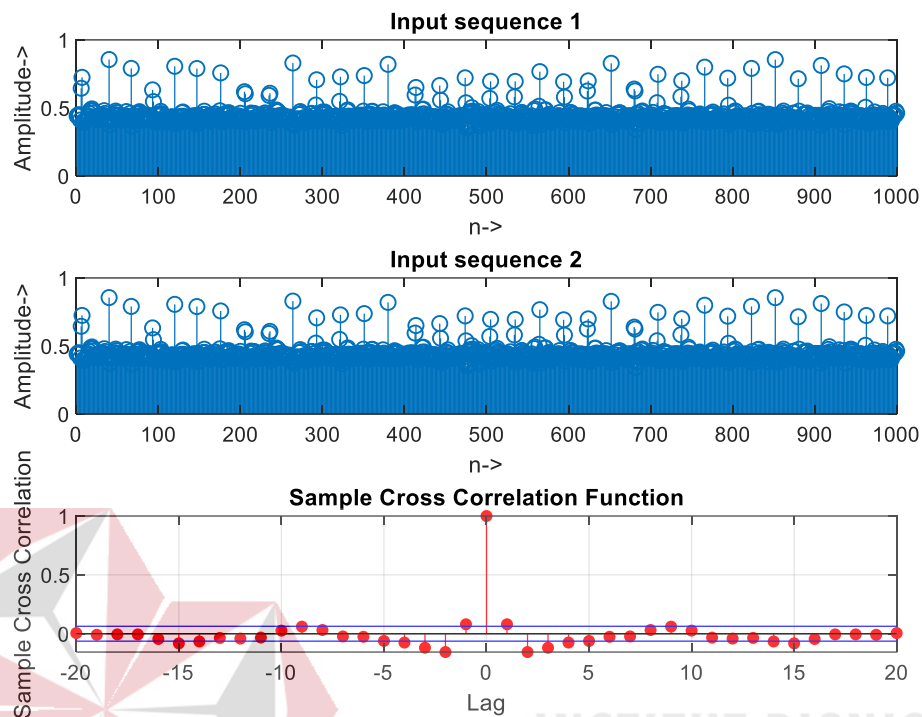
Gambar 4.64 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 2

Pada Gambar 4.64 dapat dilihat bahwa pada bagian *sequence* 1 merupakan representasi data hasil pembacaan sensor dengan nilai sample 500 Hz diambil pada raspberry, sedangkan pada bagian *sequence* 2 merupakan representasi data yang diambil dari basis data firebase. Gambar 4.64 bagian bawah merupakan hasil dari *cross-correlation* untuk maksimum 20 lag.

Hasil perbandingan kedua data tersebut menunjukkan bahwa nilai *cross correlation* pada lag ke-0 adalah sebesar 1. Hal ini berarti kedua data tersebut, yaitu data hasil pembacaan sensor dan data pada basis data *Firebase* memiliki kecocokan 100 %.



- Pengujian Sample 3
- 

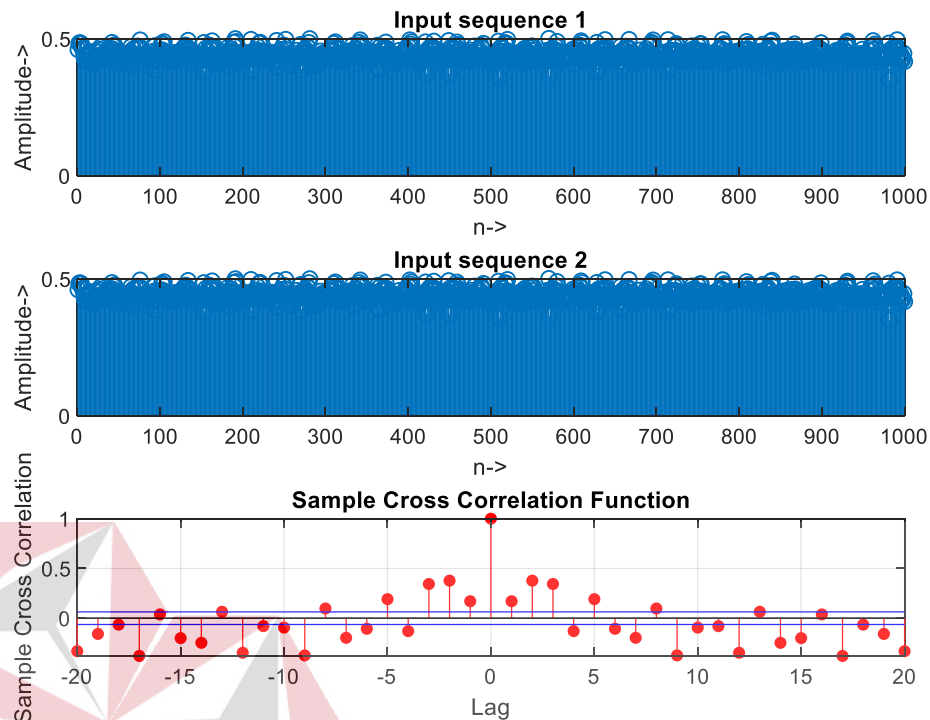


Gambar 4.65 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 3

Pada Gambar 4.65 dapat dilihat bahwa pada bagian *sequence* 1 merupakan representasi data hasil pembacaan sensor dengan nilai sample 1000 Hz diambil pada raspberry, sedangkan pada bagian *sequence* 2 merupakan representasi data yang diambil dari basis data firebase. Gambar 4.65 bagian bawah merupakan hasil dari *cross-correlation* untuk maksimum 20 *lag*.

Hasil perbandingan kedua data tersebut menunjukkan bahwa nilai *cross correlation* pada *lag* ke-0 adalah sebesar 1. Hal ini berarti kedua data tersebut, yaitu data hasil pembacaan sensor dan data pada basis data *Firestore* memiliki kecocokan 100 %.

○ Pengujian Sample 4

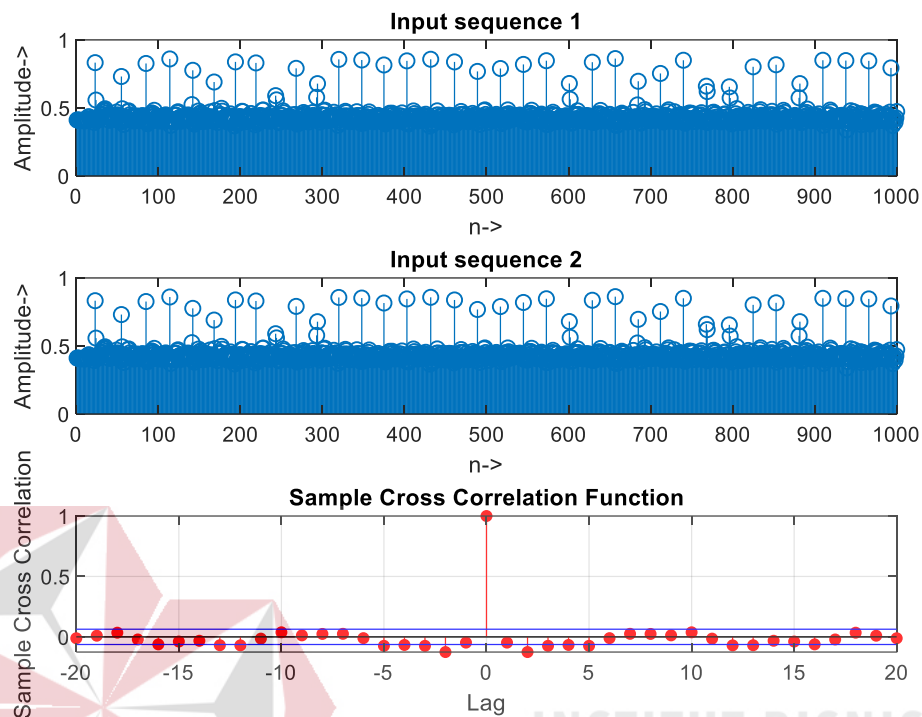


Gambar 4.66 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 4

Pada Gambar 4.66 dapat dilihat bahwa pada bagian *sequence* 1 merupakan representasi data hasil pembacaan sensor dengan nilai sample 250 Hz diambil pada raspberry, sedangkan pada bagian *sequence 2* merupakan representasi data yang diambil dari basis data firebase. Gambar 4.66 bagian bawah merupakan hasil dari *cross-correlation* untuk maksimum 20 lag.

Hasil perbandingan kedua data tersebut menunjukkan bahwa nilai *cross correlation* pada lag ke-0 adalah sebesar 1. Hal ini berarti kedua data tersebut, yaitu data hasil pembacaan sensor dan data pada basis data *Firestore* memiliki kecocokan 100 %.

○ Pengujian Sample 5

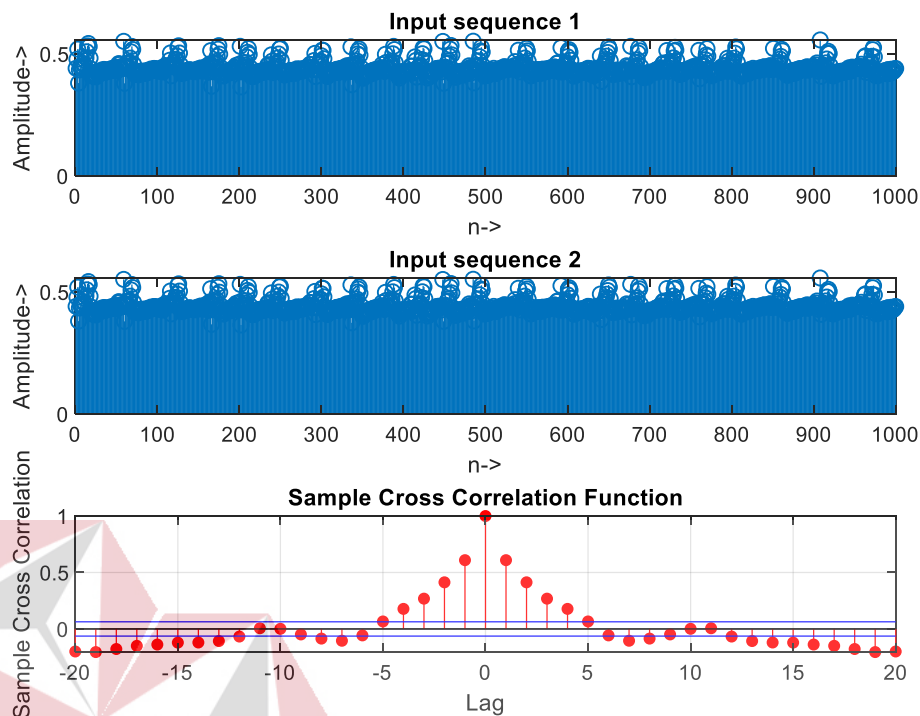


Gambar 4.67 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 5

Pada Gambar 4.67 dapat dilihat bahwa pada bagian *sequence* 1 merupakan representasi data hasil pembacaan sensor dengan nilai sample 500 Hz diambil pada raspberry, sedangkan pada bagian *sequence* 2 merupakan representasi data yang diambil dari basis data firebase. Gambar 4.67 bagian bawah merupakan hasil dari *cross-correlation* untuk maksimum 20 lag.

Hasil perbandingan kedua data tersebut menunjukkan bahwa nilai *cross correlation* pada lag ke-0 adalah sebesar 1. Hal ini berarti kedua data tersebut, yaitu data hasil pembacaan sensor dan data pada basis data *Firestore* memiliki kecocokan 100 %.

○ Pengujian Sample 6



Gambar 4.68 Hasil Cross-Correlation data raspberry dengan android sample 6

Pada Gambar 4.68 dapat dilihat bahwa pada bagian *sequence* 1 merupakan representasi data hasil pembacaan sensor dengan nilai sample 1000 Hz diambil pada raspberry, sedangkan pada bagian *sequence* 2 merupakan representasi data yang diambil dari basis data firebase. Gambar 4.68 bagian bawah merupakan hasil dari *cross-correlation* untuk maksimum 20 *lag*.

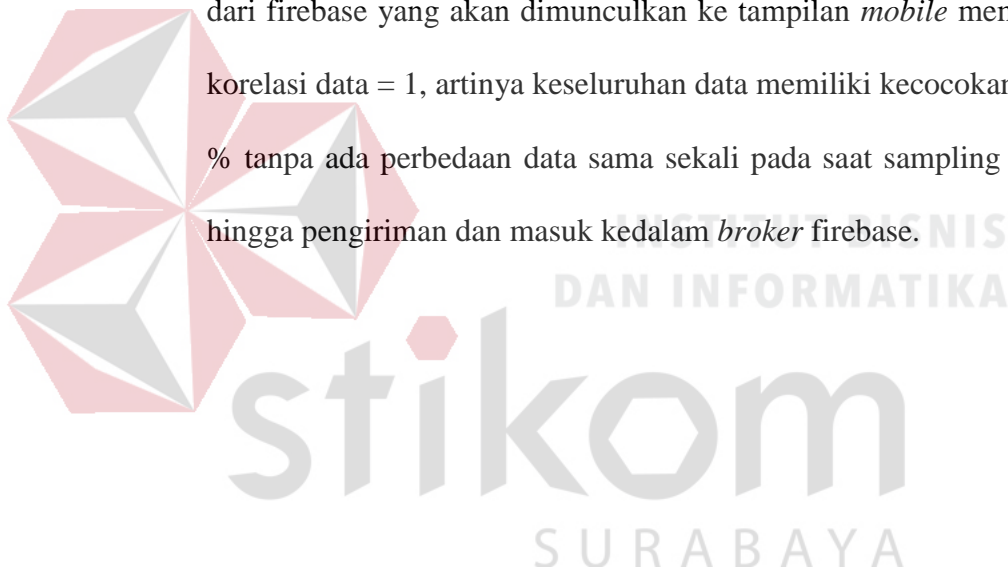
Hasil perbandingan kedua data tersebut menunjukkan bahwa nilai *cross correlation* pada *lag* ke-0 adalah sebesar 1. Hal ini berarti kedua data tersebut, yaitu data hasil pembacaan sensor dan data pada basis data *Firebase* memiliki kecocokan 100 %.

○ Tabel Pengujian Cross Correlation

No	Sample Raspberry	Sample Firebase	Hasil Cross Correlation
1	Sample 1	Sample 1	Correlation = 1
2	Sample 2	Sample 2	Correlation = 1
3	Sample 3	Sample 3	Correlation = 1
4	Sample 4	Sample 4	Correlation = 1
5	Sample 5	Sample 5	Correlation = 1
6	Sample 6	Sample 6	Correlation = 1

Tabel 4.3 Tabel Hasil Cross-Correlation

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa dari 6 sample data yang diambil secara acak antara data dari sampling di raspberry dan data dari firebase yang akan dimunculkan ke tampilan *mobile* memiliki korelasi data = 1, artinya keseluruhan data memiliki kecocokan 100 % tanpa ada perbedaan data sama sekali pada saat sampling awal hingga pengiriman dan masuk kedalam *broker* firebase.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan ini didapat beberapa kesimpulan, diantaranya adalah :

1. Perangkat untuk pengukuran dan pengamatan sinyal ECG yang telah dibangun mengintegrasikan sensor AD8232, modul ADS1115 dan Raspberry Pi 3 B+ dengan menggunakan protokol komunikasi serial I2C.
2. Berdasarkan hasil pengujian terhadap sistem secara keseluruhan didapatkan bahwa aplikasi berbasis *mobile* yang telah dibuat dapat menampilkan sinyal hasil pembacaan ECG dari basis data *Firebase* tidak memiliki perbedaan. Hal ini ditunjukkan oleh hasil pengujian *cross-correlation* yang mana seluruh data dalam pengujian memberikan nilai *cross-correlation* sebesar 1 pada *lag* ke-0.

#### 5.2 Saran

Dalam perancangan dan pengujian – pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, terdapat beberapa hal yang dapat di tambahkan supaya hasil rancangan dapat lebih baik dari penulis, diantaranya adalah :

1. Penelitian berikutnya diharapkan dapat lebih mempermudah saat proses pengambilan sampling data dikarenakan sistem saat ini masih harus menggunakan monitor saat proses sampling untuk melihat data masuk.
2. Penelitian berikutnya diharapkan tidak hanya menampilkan grafik sinyal ECG ditampilkan aplikasi *mobile* namun juga pemberian hasil keputusan pemeriksaan terkait ketidak normalan sinyal ECG.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jusak, Seedahmed S. Mahmoud (2018) A Novel and Low Processing Time ECG Security Method Suitable for Sensor Node Platforms, IJCNIS, 10 (1) : 213 - 222.
- Kaso, Artan., (2018). Computation of the normalized cross-correlation by fast Fourier transform. PLOS ONE . 13 (9) : 16.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. “Penyakit Jantung Penyebab Kematian Tertinggi, Kemenkes Ingatkan Cerdik”.24 juni 2019.  
<http://www.depkes.go.id/article/view/17073100005/penyakit-jantung-penyebab-kematian-tertinggi-kemenkes-ingatkan-cerdik-.html>
- Permana, D, Mada Sanjaya W.S, Hasniah Aliah. (2015). Desain dan implementasi perancangan elektrokardiograf berbasis bluetooth .*ALHAZEN ,Journal of Physics*,2 (1) : 38-46.
- Prastyo, P.A.W, Jusak,& Ira Puspasari. (2016). Analisis *time-frequency* sinyal ECG (Electrocardiogram) dengan menggunakan *continues wavelet transform* *JCONES*. 5 (2) : 47-54.
- Sornmo, Leif., Pablo Laguna, (2006). ELECTROCARDIOGRAM (ECG) Signal Processing Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering . 43 (91) : 15.
- Sugiarto, W.R., Jusak,& Ira Puspasari. (2016). RANCANG BANGUN ALAT ELEKTROKARDIOGRAF UNTUK VISUALISASI, PEREKAMAN, DAN PENYIMPANAN SINYAL JANTUNG . *JCONES* . 5 (2) : 38-46.