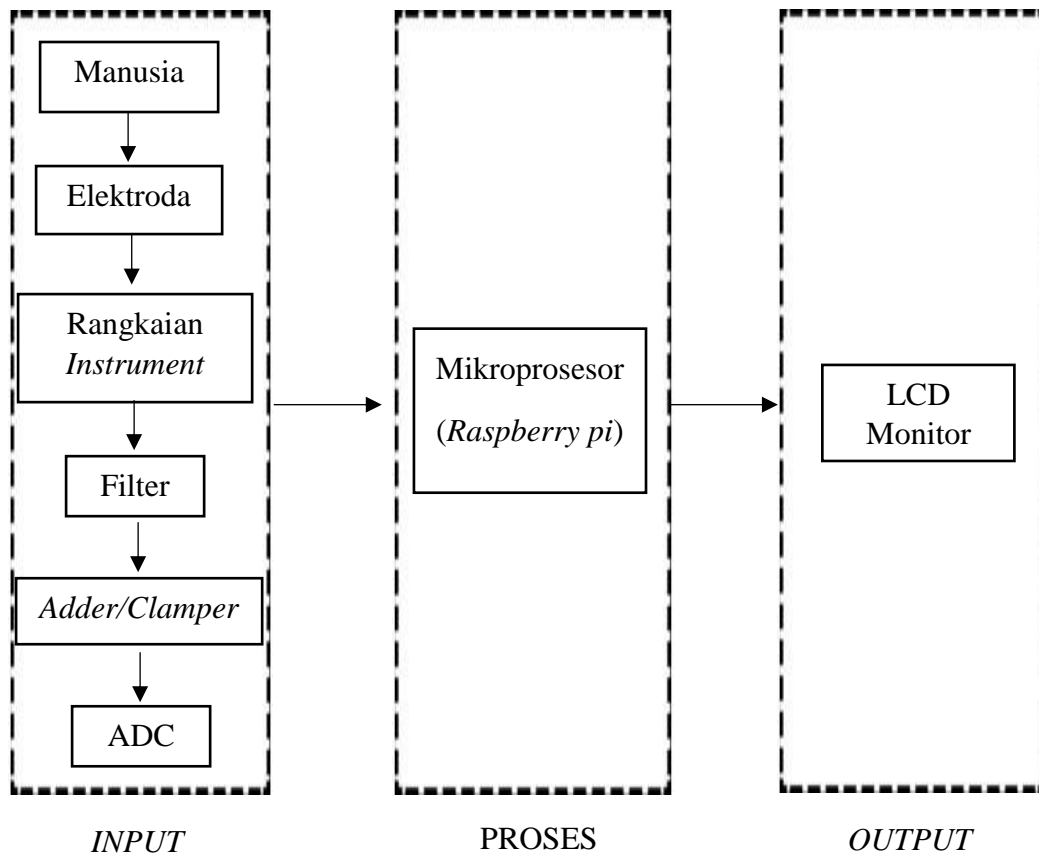


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem

Berikut merupakan gambar blok diagram sistem.



Gambar 3. 1 Sistem blok diagram

Berdasarkan Gambar 3.1 menunjukkan bahwa blok diagram sistem dimulai dengan sistem *input* yang terdiri dari manusia sebagai sampel sumber sinyal. Dengan menggunakan bantuan elektroda yang dipasangkan dengan metode segitiga *Einthoven* yaitu elektroda ditempelkan di pangkal tangan kanan dan tangan kiri dan di pangkal kaki kanan dan kaki kiri. Elektroda tersebut berfungsi sebagai perantara antara manusia dengan modul rangkaian ECG. Elektroda tersebut terhubung

dengan rangkaian *instrument*. Rangkaian *instrument* berfungsi sebagai penguat awal agar kelistrikan jantung yang memiliki tegangan dengan satuan mV tersebut dapat dideteksi. Karena keluaran dari rangkaian *instrument* masih berupa satuan mV maka harus diperkuat dengan rangkaian penguat *amplifier*.

Sinyal listrik jantung yang telah diperkuat masih memiliki sinyal *noise* yang mengganggu. Untuk menghilangkan *noise* tersebut maka diperlukan rangkaian filter. Filter pertama adalah *high pass filter* yang digunakan untuk memfilter atau meredam sinyal dibawah frekuensi *cut off*. Selanjutnya sinyal tersebut difilter lagi dengan rangkaian *low pass filter* yang akan meredam sinyal yang melewati frekuensi *cut off* karena sinyal ECG memiliki frukuensi rendah yaitu dirange 0,5-100 Hz. Untuk menghilangkan *noise* pada jala-jala frekuensi 50 Hz ketika modul ECG dalam proses mengisi daya maka dibutuhkan rangkaian *Notch Filter* dengan *cut off* sebesar 48,9 Hz.

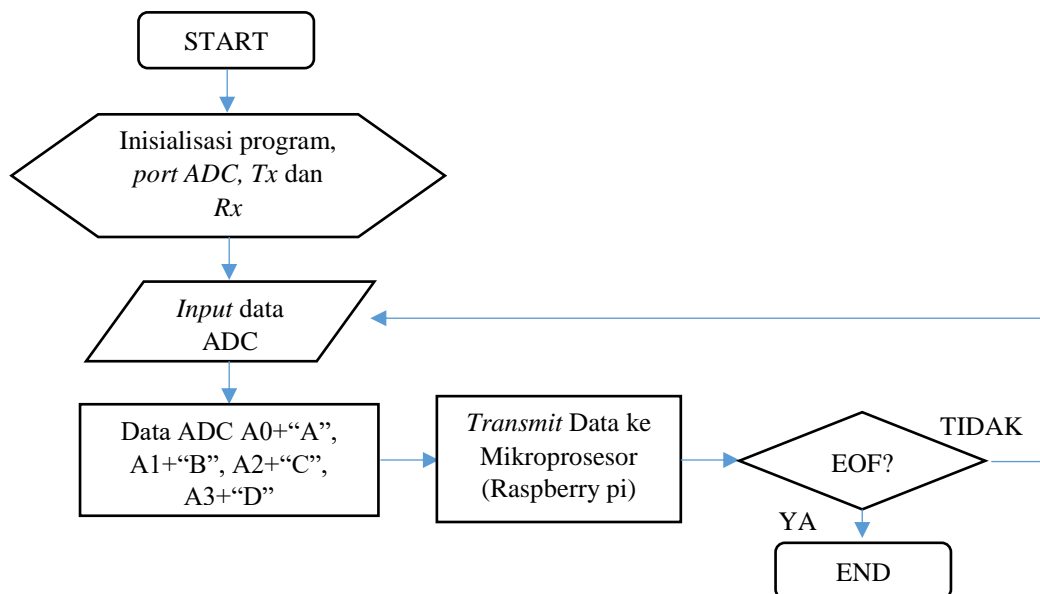
Selanjutnya karena sinyal listrik jantung termasuk jenis sinyal AC maka dibutuhkan rangkaian *summing adder* untuk menggeser *fasa* dari titik nol menjadi positif agar tidak ada gelombang negatif. Kemudian untuk dapat diproses di mikroprosesor maka dibutuhkan rangkaian *Analog to Digital Converter* (ADC) untuk mengubah sinyal listrik jantung yang berupa sinyal analog menjadi digital. Rangkaian ADC sudah terdapat di modul mikrokontroler dengan media pengiriman menggunakan komunikasi serial dengan kecepatan 115200 *bit per second* (bps). Data digital tersebut kemudian diproses didalam mikroprosesor. Mikroprosesor yang digunakan adalah *Raspberry pi 3* model B dengan kecepatan CPU sebesar 1,2 GHz, *RAM* sebesar 1GB, GPU sebesar 400MHz. Sehingga diharapkan mampu menampilkan grafik ECG dengan 3 *lead* sekaligus secara *realtime*. Pengolahan

sinyal ECG dibantu dengan *software* yang dibuat menggunakan *Qt Creator* dengan basis C++. Selain pengolahan grafik *software* tersebut juga mengolah perhitungan nilai *heartrate* atau jumlah detak jantung dalam satu meni dengan satuan *beat per second* (BPM). Untuk menampilkan hasil pengolahan *software* maka dibutuhkan layar LCD. Layar LCD yang digunakan yaitu berukuran *7 inch* dengan resolusi layar sebesar *800 x 480 pixel*, *capacitive touch* hingga 10 jari.

3.2 Diagram Alir Proses/Program

3.2.1 Mikrokontroler

Berikut merupakan blok diagram alir program di mikrokontroler.



Gambar 3. 2 Diagram alir mikrokontroler

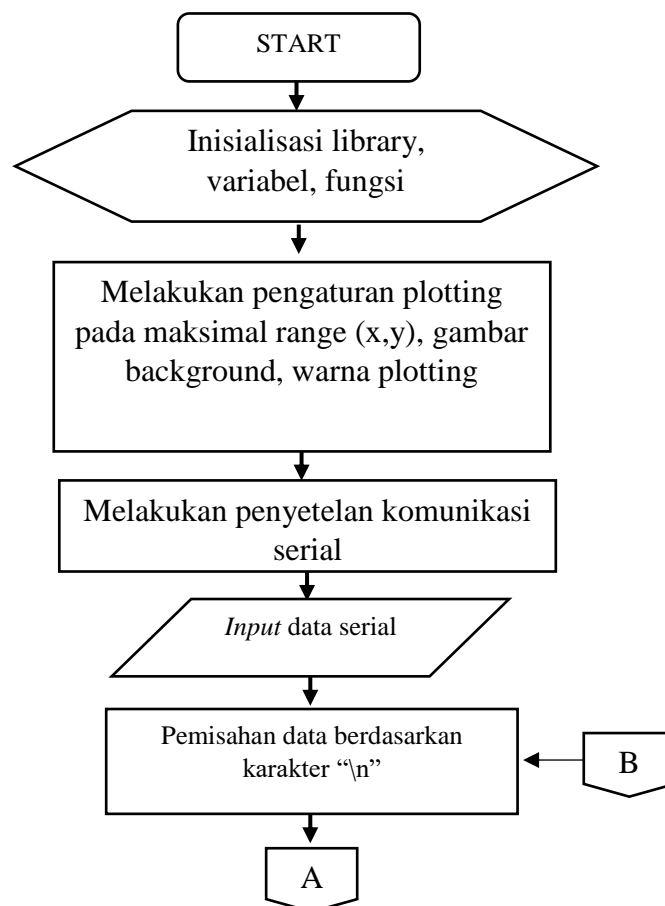
Berdasarkan blok diagram tersebut bahwa proses dimulai dengan *start* atau mikrokontroler baru menerima tegangan dan menyala. Kemudian proses selanjutnya adalah proses inisialisasi. Proses inisialisasi dimulai dengan inisialisasi variabel pada program, untuk mengenali semua variabel dengan masing-masing tipe data. Selanjutnya program akan melakukan inisialisasi *port* untuk mengatur

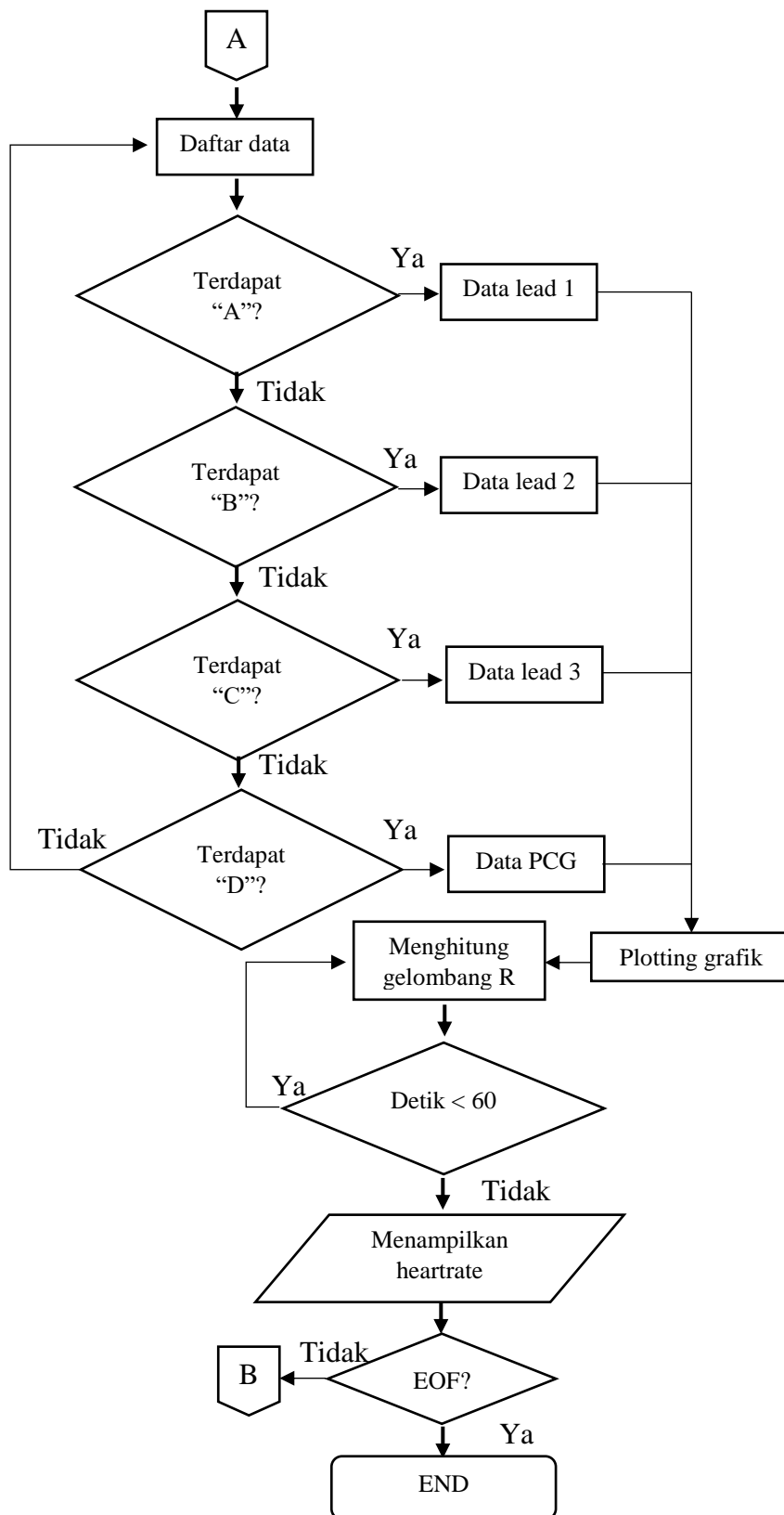
port yang akan digunakan sebagai *input/output*, serta komunikasi serial. Pada *port input* diatur menjadi *input* ADC dengan konfigurasi 10 bit. Komunikasi serial menggunakan konfigurasi kecepatan transfer data sebesar 115200 *bit per second* (bps).

Port ADC akan menerima sinyal ECG yang akan *buffer* oleh variabel. Selanjutnya data tersebut dikirim melalui komunikasi serial yaitu menggunakan *port* TX dan RX dengan konfigurasi data pengiriman (data *lead* 1 + “A”, data *lead* 2 + “B”, data *lead* 3 + “C”, data *peg* + “D”). Program akan terus menerus melakukan penerimaan data ADC dan melakukan pengiriman data sampai mikrokontroler mati.

3.2.2 *Raspberry pi*

Berikut merupakan blok diagram alir program di *Raspberry pi*





Gambar 3. 3 Diagram alir *raspberry pi*

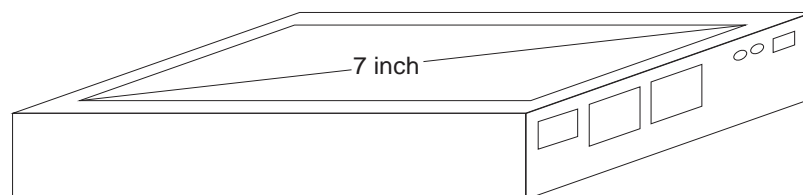
Cara kerja blok diagram alir yang pertama dilakukan adalah inisialisasi program yaitu inisialisasi variabel, *library* yang digunakan, *User Interface* (UI) yang digunakan, serta *port* yang digunakan untuk komunikasi serial antara *Raspberry pi* dengan mikrokontroler, pengambilan *file* pada *resource*.

Setelah proses inisialisasi telah selesai maka proses selanjutnya adalah menghubungkan *Raspberry pi* dengan mikrokontroler. Apabila gagal maka proses dihentikan, apabila berhasil maka *Raspberry pi* akan langsung menerima data dari mikrokontroler.

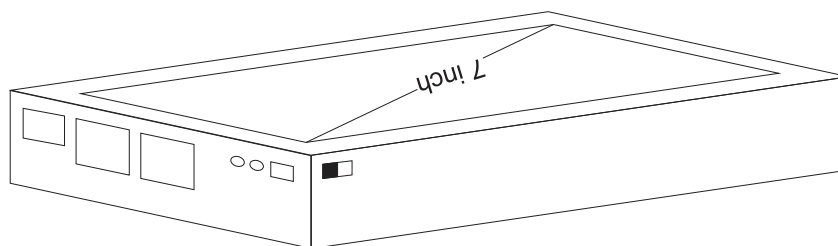
Data yang diterima oleh *Raspberry pi* akan langsung dipisahkan menurut karakter yang telah ditambahkan oleh mikrokontroler. Data yang telah dipisahkan hanya diambil data integernya saja. Kemudian data tersebut dibuat grafik. Proses tersebut diulang-ulang sehingga terbentuk sebuah grafik. Perhitungan *heartrate* dimulai ketika program mendeteksi gelombang tinggi dan mendeteksi gelombang rendah. Apabila kondisi tersebut terpenuhi maka program akan menghitung banyaknya gelombang R dalam 60 detik. Setelah 60 detik maka akan ditampilkan nilai *heartrate*. Algoritma program tersebut akan diulang secara terus menerus sampai alat dimatikan.

3.3 Diagram Mekanik Alat

Berikut ini merupakan diagram mekanik alat dari *Electrophonocardiograph* berbasis *Raspberry pi* parameter ECG.



Gambar 3. 4 Tampak pojok kanan bawah



Gambar 3. 5 Tampak pojok kanan atas

3.4 Persiapan alat

Untuk melakukan penelitian pada tugas akhir ini dibutuhkan beberapa alat penunjang untuk membuat modul rangkaian, membuat desain, melakukan pengukuran dan perhitungan. Berikut merupakan daftar alat penunjang yang dibutuhkan.

Tabel 3. 1 Alat penunjang

No	Alat	Jumlah
1	Solder	1
2	Atractor	1
3	Osilloscope	1
4	Function generator	1
5	Phantom ECG	1
6	Avo meter	1
7	Bor	1
8	Laptop	1

3.5 Daftar Komponen

Berikut merupakan daftar komponen yang dibutuhkan.

Tabel 3. 2 Daftar komponen

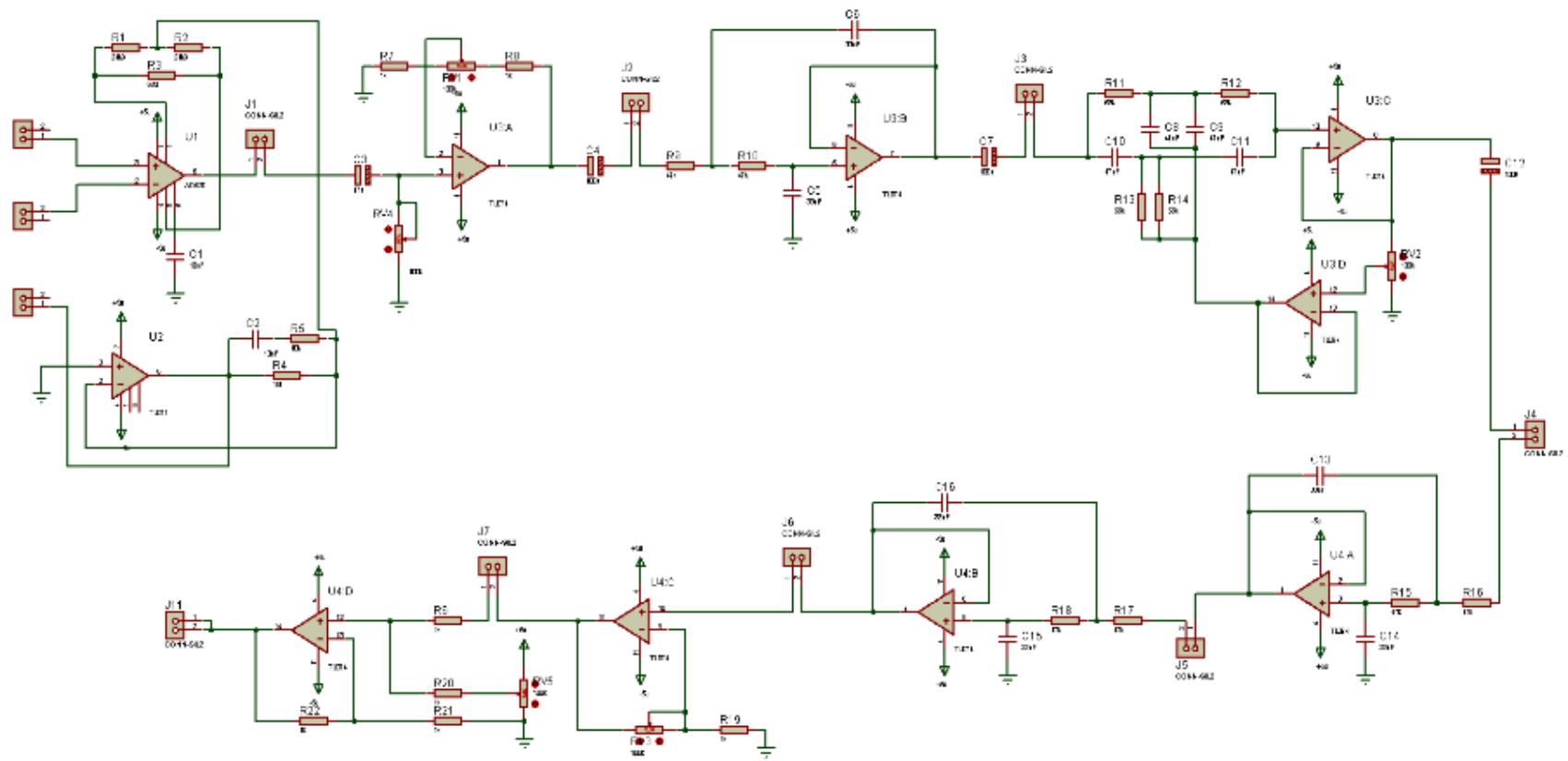
No	Nama komponen	Jumlah
1	Rangkaian ECG	
	IC 620 AN	3
	IC TL084	6
	IC TL071	3
	IC 7660	9
	Resistor	69
	Kapasitor	51

	Multiturn	15
	Pin konektor	3
2	Rangkaian Step up	
	Modul step up LTC1871	1
3	Rangkaian charger	
	Modul charger TP4056	1
4	Rangkaian mikrokontroler	
	Modul Arduino nano	1
5	Rangkaian Switch on/off	
	Saklar on/off	1
6	Display	
	LCD 7 inch Official Raspberry	1
7	Rangkaian Mikroprosesor	
	Single board <i>Raspberry pi 3</i> model B	1
8	Komponen umum	
	Kabel Coaxial	5 meter
	PCB	10x20 cm

3.6 Rancangan Alat

a. Modul rangkaian ECG

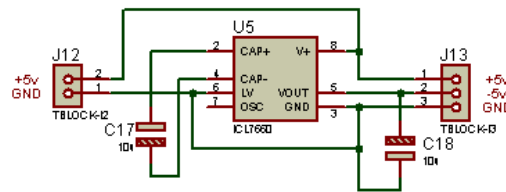
Modul rangkaian ECG terdiri dari beberapa rangkaian yaitu rangkaian instrumen yang digunakan untuk menerima sinyal listrik jantung yaitu dengan menggunakan IC AD 620 AN, rangkaian filter *high pass* yang digunakan untuk meredam sinyal *input* dibawah frekuensi *cut off* dengan, rangkaian filter *low pass* yang digunakan untuk meredam sinyal *input* diatas frekuensi *cut off*, serta rangkaian *summing adder* yang digunakan untuk mengatur *fasa* titik nol dari sinyal *input*. Fungsi dari modul ini adalah untuk mengambil dan menguatkan sinyal listrik otot jantung yang hasil keluarannya akan dimasukkan ke mikrokontroler untuk diubah menjadi digital dan data tersebut akan dikirim ke mikroprosesor sehingga dapat ditampilkan gelombang elektrokardiogram. Berikut merupakan rangkaian modul ECG.



Gambar 3. 6 Rangkaian ECG keseluruhan

b. Rangkaian pembalik polaritas

Rangkaian pembalik *fasa* menggunakan IC ICL 7660 yang digunakan untuk membalikkan polaritas tegangan. Berikut rangkaian pembalik polaritas.



Gambar 3. 7 Rangkaian pembalik polaritas

3.7 Pembuatan perangkat lunak (*software*)

Pada tahap ini dibutuhkan beberapa aplikasi yaitu Arduino IDE yang digunakan untuk memprogram arduino nano, dan *Qt Creator* yang digunakan untuk membuat aplikasi pengolah grafik. Berikut merupakan beberapa tahap dalam pembuatan perangkat lunak.

a. Membaca sinyal ECG (Arduino Nano)

Berikut merupakan *Listing* Program untuk membaca sinyal ECG dengan menggunakan *port* ADC

```
double lead_1 = analogRead(A0);
double lead_2 = analogRead(A1);
double lead_3 = analogRead(A2);
double PCG = analogRead(A3);
```

Listing Program 3. 1 Program pembacaan sinyanya ECG

Berdasarkan *Listing* Program 3.1 menunjukkan pembacaan sinyal ECG dilakukan di *port* ADC 0, ADC 1, ADC 2 dan ADC 3 dengan variabel bertipe data *double*. Hasil pembacaan sinyal ECG tersebut adalah berupa nilai dari 0 sampai 1023.

b. Mengirimkan data serial (Arduino Nano)

Berikut merupakan *Listing Program* untuk mengirimkan data ADC dengan menggunakan komunikasi serial.

```
Serial.print(lead_1);
Serial.println("A");
Serial.print(lead_2);
Serial.println("B");
Serial.print(lead_3);
Serial.println("C");
Serial.print(PCG);
Serial.println("D");
```

Listing Program 3. 2 Program mengirim data via serial

Berdasarkan *Listing Program 3.2* menunjukkan pengiriman data ADC sinyal ECG akan dikirim dengan menggunakan komunikasi serial dengan konfigurasi pengiriman “data ADC” ditambah dengan “karakter”.

c. Menerima data serial dari Arduino (*Qt Creator*)

Berikut merupakan *Listing Program* untuk menerima data serial dari Arduino.

```
QByteArray serialData;
if(arduinoserial->bytesAvailable())
{
    serialData = arduinoserial->readAll();
    QString dataserial ;
    dataserial =QString::fromStdString(serialData.toStdString());
    emit alldata(dataserial);
    serialBuffer = QString::fromStdString(serialData.toStdString());
    emit data_realtime(serialBuffer);
}
```

Listing Program 3. 3 Menerima data serial

Berdasarkan *Listing Program 3.3* menunjukkan penerimaan data serial dengan membaca seluruh isi dari data yang dikirimkan kemudian ditampung dalam variabel dengan *type* data *String*.

d. *Split* data (*Qt Creator*)

Berikut merupakan *Listing Program* untuk memisahkan data yang diterima berdasarkan karakter “\n”.

```

list_data = serial.split("\n");
for(int i=0;i<list_data.count();i++)
{
    time_plot++;
    readData = list_data.value(i);
    if(readData.contains("A"))
    {
        readData = readData.replace("A","").trimmed();
        double in = readData.toDouble();
    }
}
...

```

Listing Program 3. 4 Split data berdasarkan karakter “\n”

Berdasarkan *Listing Program 3.4* menunjukkan data yang dipisahkan menurut karakter “\n” akan ditampung sebagai *List* atau didaftar. Setiap data *List* akan langsung dicari karakter menurut masing-masing data (ex. 250A) maka karakter “A” akan dihapus dan diganti dengan “ ” atau kosong dan akan diambil nilai 250 sebagai data *integer* atau data hanya berupa angka. Data angka tersebut dijadikan data untuk membuat grafik.

e. Pengolah grafik (*Qt Creator*)

Berikut merupakan *Listing Program* untuk mengolah grafik.

```

//Untuk memberi warna pada plot
ui->customPlot->addGraph();
ui->customPlot->graph(0)->setPen(QPen(QColor(0,0,0)));
ui->customPlot->addGraph();
ui->customPlot->graph(1)->setPen(QPen(QColor(0,0,0)));
//Untuk memberi range X dan Y
ui->customPlot->xAxis->setRange(0,60);
ui->customPlot->yAxis->setRange(0,1200);
ui->customPlot->xAxis2->setVisible(true);
ui->customPlot->xAxis2->setTickLabels(false);
ui->customPlot->yAxis2->setVisible(true);
ui->customPlot->yAxis2->setTickLabels(false);

```

Listing Program 3. 5 Pengolah grafik

Berdasarkan *Listing Program 3.5* menunjukkan data yang telah terpisahkan menurut masing-masing karakter akan langsung dimasukkan ke dalam grafik atau proses *plotting*.

f. Penyimpanan *file* (*Qt Creator*)

Berikut merupakan *Listing Program* untuk penyimpanan *file*.

```
QFile file ("/home/pi/DataPasien/"+patientnumber+".txt");
if(!file.open(QIODevice::WriteOnly|QIODevice::Text))
{
    QMessageBox::warning(this,"title","file not open");
}
QTextStream dataout(&file);
dataout << coba;
file.flush();
file.close();
patientnumber="";
text = "";
test = "";
```

Listing Program 3. 6 Pengolah grafik

Berdasarkan *Listing Program 3.6* menunjukkan data yang akan disimpan didalam alamat “/home/pi/DataPasien/” dan ditambah dengan nomor pasien serta disimpan dalam format txt.

g. Membuka *file* (*Qt Creator*)

Berikut merupakan *Listing Program* untuk membuka *file* yang tersimpan.

```
QFile file (sPath);
if(!file.open(QIODevice::ReadOnly|QIODevice::Text))
{
    QMessageBox::warning(this,"title","file not open");
}
QTextStream datain(&file);
readdatasave=datain.readAll();
listsavedata = readdatasave.split("|");
file.close();
```

Listing Program 3. 7 Pengolah grafik

Berdasarkan *Listing Program 3.7* menunjukkan bahwa *file* yang akan dibuka menurut alamat yang telah dipilih akan langsung dibaca secara keseluruhan dan di *split* dengan karakter “|”.

3.7 Teknik Analisis Data

3.7.1 Rata-rata

Rata-rata atau *mean* adalah suatu bilangan yang mewakili sekumpulan data.

Rumus rata-rata adalah

$$\text{Rata - Rata} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots (3. 1)$$

Keterangan :

$\sum X$: Jumlah nilai data n : Banyak data (1,2,3,...,n)

3.7.2 Error

Error atau penyimpangan data dari selisih antara *mean* dengan masing-masing data. Rumus *error* yaitu sebagai berikut

$$\text{Error (\%)} : \left(\frac{\text{Data Setting} - \text{mean}}{\text{Data Setting}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (3. 2)$$

3.8 Pengujian dan Analisis

3.8.1 Sistem pengukuran pada rangkaian *instrument amplifier*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji dan mengukur hasil keluaran dari rangkaian *instrument amplifier*. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian dan pengukuran pada rangkaian *instrument lead I, lead II, dan lead III*.

1. Amplitudo alat kalibrator ECG diatur sebesar 0.5 mV, 1 mV, dan 1.5 mV pada rangkaian *instrument amplifier lead I, lead II, dan lead III*
2. Pengukuran dilakukan pada *output test point (TP1)* rangkaian *instrument amplifier lead I, lead II, dan lead III* menggunakan *oscilloscope* lalu amati hasilnya.

3.8.2 Sistem pengukuran pada rangkaian *high pass filter*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji serta mengukur hasil perdaman sinyal dengan frekuensi rendah. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian dan pengukuran pada rangkaian *high pass filter*.

1. *Output* pada *function generator* diatur sebesar 2 Volt dengan frekuensi 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 Hz
2. *Probe function generator* dipasang di TP1.
3. Pengukuran dilakukan pada TP2 dengan menggunakan *oscilloscope*.
4. Hasil pengukuran dicatat.

3.8.3 Sistem pengukuran pada rangkaian *low pass filter*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji dan mengukur hasil peredaman sinyal dengan frekuensi tinggi. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian dan pengukuran pada rangkaian *low pass filter*.

1. *Output* pada *function generator* diatur sebesar 2 Volt dengan frekuensi 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 Hz.
2. *Probe function generator* dipasang pada TP2.
3. Pengukuran dilakukan pada TP3 dengan menggunakan *oscilloscope*.
4. Hasil dari pengukuran dicatat.

3.8.4 Sistem pengukuran pada rangkaian *notch filter*

Pengukuran ini dilakukan untuk menguji dan mengukur hasil peredaman sinyal dengan frekuensi 50Hz. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian dan pengukuran pada rangkaian *notch filter*.

1. *Output* pada *function generator* diatur sebesar 2 Volt dengan frekuensi 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 Hz
2. *Probe function generator* dipasang pada TP3.
3. Pengukuran pada dilakukan pada TP4 dengan menggunakan *oscilloscope*.
4. Hasil pengukuran dicatat.

3.8.5 Sistem pengukuran pada rangkaian *summing adder*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji dan mengukur hasil keluaran tegangan *offset*. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian dan pengukuran pada rangkaian *summing adder*.

1. Amplitudo pada *function generator* diatur sebesar 0.5, 1, 1.5, 2 vpp.
2. *Probe function generator* dipasang pada TP7.
3. Pengukuran dilakukan pada TP11 dengan menggunakan *oscilloscope*.
4. Hasil pengukuran dicatat

3.8.6 Sistem pengukuran nilai *heartrate* terhadap alat kalibrator ECG

Pengukuran ini dilakukan untuk menguji dan mengukur nilai *heartrate* yang tertampil pada modul ECG serta membandingkannya dengan alat kalibrator. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian dan pengukuran nilai *heartrate* dengan alat kalibrator ECG adalah sebagai berikut.

1. Modul ECG dihubungkan dengan alat kalibrator ECG (*Phantom*) sesuai dengan konfigurasi *lead* standar (*lead I (Right Arm, Left Arm, Right Leg), lead II (Right Arm, Left Leg, Right Leg), lead III (Left Arm, Left Leg, Right Leg)*).
2. *Phantom ECG* diatur amplitudo sebesar 1 mV dan *heartrate* pada 60, 80, 100, 120 BPM.
3. Pengukuran dimulai saat pembacaan sudah stabil.
4. Penyimpanan data dimulai saat pengukuran sinyal ECG telah stabil
5. Pengambilan data sebanyak 6 kali.
6. Hasil pengukurannya dicatat.

3.8.7 Sistem pengukuran sinyal ECG pada alat ECG standar

Pengukuran ini dilakukan untuk menguji dan mengukur hasil pembacaan sinyal ECG dengan *input* sinyal ECG dari alat kalibrator ECG dari alat ECG standar untuk dijadikan sebagai standar pembacaan sinyal ECG. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian dan pengukuran sinyal ECG terhadap alat kalibrator ECG.

1. ECG standar dihubungkan dengan alat kalibrator ECG (*Phantom*) sesuai dengan konfigurasi *lead* standar (*lead I (Right Arm, Left Arm, Right Leg), lead II (Right Arm, Left Leg, Right Leg), lead III (Left Arm, Left Leg, Right Leg)*).
2. Pada *phantom* diatur amplitudo sebesar 1 mV dan *heartrate* pada 60 BPM.
3. Hasil perekaman ECG *diprint out*.
4. Pengukuran dilakukan pada tinggi gelombang R dan jarak antara gelombang R dengan gelombang R.
5. Hasil pengukuran dicatat.

3.8.8 Sistem pengukuran sinyal ECG menggunakan modul ECG

Pengukuran ini dilakukan untuk menguji dan mengukur hasil sinyal ECG pada modul ECG dengan *input* sinyal ECG dari alat kalibrator serta membandingkannya dengan hasil *print out* dari alat ECG standar. Berikut merupakan langkah-langkah melakukan pengukuran jumlah *heartrate* pada modul ECG dengan menggunakan alat kalibrator ECG.

1. Modul ECG dihubungkan dengan alat kalibrator ECG (*Phantom*) sesuai dengan konfigurasi *lead* standar (*lead I (Right Arm, Left Arm, Right Leg)*),

lead II (Right Arm, Left Leg, Right Leg), lead III(Left Arm, Left Leg, Right Leg)).

2. Pengukuran dimulai saat pembacaan sudah stabil.
3. Pengambilan data sebanyak 6 kali.
4. Hasil pengukuran dicatat.

3.8.9 Perbandingan nilai *heartrate* antara ECG standar dengan modul ECG

Pengukuran ini dilakukan untuk menguji dan mengukur hasil pembacaan sinyal ECG dengan menggunakan *input* dari manusia serta membandingkannya dengan hasil pembacaan sinyal ECG dari alat ECG standar. Berikut melakukan pengujian dan pengukuran sinyal ECG yang dilakukan dengan sampel manusia.

1. Modul ECG dan ECG standar dihubungkan dengan manusia (sampel) sesuai dengan konfigurasi *lead* standar (*lead I (Right Arm, Left Arm, Right Leg), lead II (Right Arm, Left Leg, Right Leg), lead III(Left Arm, Left Leg, Right Leg)*).
2. Pengukuran dimulai saat pembacaan sudah stabil.
3. Untuk pengambilan data pada ECG standar dengan difoto hasil pembacaan yang tertampil pada layar.
4. Untuk pengambilan data pada modul ECG yang dibuat peneliti dengan menggunakan fitur *screenshot*.
5. Hasil pengukuran dicatat.

3.9 *Fluke PS410 ECG Simulator*

Fluke PS410 ECG Simulator digunakan sebagai alat simulasi *arrhythmia cardiac* untuk memonitor jantung pasien. Perangkat genggam ini mensimulasikan berbagai kemungkinan detak jantung dan berbagai kondisi elektrokardiogram.

Termasuk juga simulasi alat pacu jantung, 35 pilihan aritmia, dan detak jantung normal-sinus anak-anak maupun orang dewasa. Fitur unggulan pada alat ini yaitu dilengkapi 12 elektrokardiogram, detak jantung normal-sinus anak-anak maupun orang dewasa, 35 pilihan *arrhythmia*, dilengkapi dengan bentuk gelombang aktivitas jantung dalam elektrokardiogram, *ST level segment*, simulasi alat pacu jantung, artefak elektrokardiogram. Berikut merupakan gambar dari *Fluke PS410 ECG Simulator*.



Gambar 3. 8 *Fluke PS410 ECG Simulator*

Spesifikasi *Fluke PS410 ECG Simulator*

a. *Normal Sinus Rhythm* :

- *Normal rate* : 80 BPM
- *Selectable Rates* : 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, and 300 BPM
- *Accuracy* : $\pm 1\%$
- *ECG Amplitudo* : 0.5, 1, and 2 mV
- *Amplitudo Accuracy* : $\pm 2\%$ Lead II

b. *ECG Performance*

- *Square Wave : 2, and 0.125 Hz*
- *Sine Waves : 0.5, 5 10, 40, 50, and 60 Hz*
- *Triangle Wave : 2 Hz*

c. Controls

- *Display : 2-line LCD*
- *Control : 6 control keys; ON/OFF power switch*

d. Power

- *9 V battery/battery eliminator*

e. Dimensions

- *11.3 cm L x 7 cm W x 3.4 cm H*

f. Weight

- *0.4 kg*

g. Tempearture

- *Operating : 15 °C to 35 °C*

3.10 Tempat Pelaksanaan

Tempat dilakukannya penelitian dan pengambilan data berada di Ruang Laboratorium Elektromedik Program Vokasi program studi Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.11 Pencatatan dan Pengambilan Data

Waktu : 15 Juli 2018

Tempat : Lab. Elektromedik Program Vokasi program studi
Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta.

Laptop : Lenovo Ideapad 110

Alat Pembeding

- Nama Alat : *PS410 ECG Simulator*
- Merk : Fluke
- Tipe : PS410
- Masa Kalibrasi : 1 Tahun