BAB III

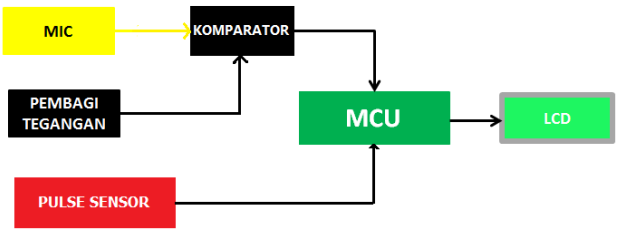
PERANCANGAN ALAT

Tahap perancangan merupakan bagian utama dari seluruh tahapan pembuatan tugas akhir, karena tahap ini akan sangat membantu dalam proses realisasi sistem. Pada tahap ini tidak hanya dilakukan perancangan skematik saja tetapi juga mencakup berbagai aspek seperti perancangan blok sistem, pemilihan komponen, perancangan algorithma, dan sebagainya. Pada dasarnya tahapan perancangan alat yang sistematik akan sangat membantu dalam realisasi alat dan analisis alat.

3.1 Perancangan Sistem

3.1.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Pertama akan ditunjukan diagram blok sistem yang merupakan gambaran kasar proses kerja sistem alat yang akan dibuat dengan tujuan memudahkan seseorang mengetahui komponen-komponen yang digunakan juga memahami alur kerja sistem. Seluruh alur kerja sistem akan terangkum dalam diagram blok sistem yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.

3.1.2 Penjelasan Diagram Blok Sistem

1. Sensor PPG

Sensor yang digunakan sebagai sensor PPG adalah sebuah LED dengan sebuah Fotodioda. Dimana LED digunakan untuk mentransmisikan cahaya melalui jaringan kulit (yang tipis) kemudian cahaya sisa yang diabsorbsi akan diterima oleh Phototransistor atau Fotodioda untuk dihitung perubahannya. LED yang dapat digunakan adalah jenis LED yang memiliki warna inframerah dan hijau. Berdasarkan literatur LED infra-merah dan LED Hijau lebih mudah untuk diserap oleh hemoglobin dibandingkan LED dengan warna lainnya.

Hal lain yang harus diperhatikan adalah nilai *Wavelength* puncak LED yang digunakan, semakin semakin besar nilai *Wavelength* maka semakin bagus sinyal keluaran yang dihasilkan. Nilai *Wavelength* bagian *Reciever* juga harus disesuaikan dengan nilai *Wavelength* LED yang digunakan, agar cahaya dapat yang ditransmisikan diterima dengan baik.

2. Sensor Respirasi

Sensor yang digunakan dalam sistem perhitungan tingkat respirasi ini yaitu dengan mrnggunakan sebuah Mikrofon Elektret. Dengan menggunakan Mikrofon Elektret akan dideteksi perubahan suara akibat pergerakan udara disekirtar daerah mulut dari situ dapat diketahui level pernapasan seseorang.

Perubahan suara pada area mulut pasien akan mengubah nilai kapasitansi pada Mikrofon Elektret. Mikrofon Elektret akan dipasang pada sebuah masker sehingga dapat mengurangi gangguan akibat perubahan suara dari luar.

3. Pembagi Tegangan

Sensor yang digunakan pada sistem pendeteksi pernapasan adalah sebuah Mikrofon Elektret yang keluarannya adalah nilai-nilai kapasitansi. Maka untuk mendeteksi perubahan dibutuhkan suatu rangkaian pembagi tergangan.

4. Mikrokontroler

Pada sistem pendeteksi detak jantung dan pernafasan ini digunakan Arduino Nano sebagai pusat pengolahan dan pemrosesan data. Data berupa sinyal analog dikirimkan dari filter ke pin ADC untuk dilakukan *Sampling* agar ditemukan nilai *Interval R-R* nya. Kemudian dari data-data yang telah didapatkan kemudian dilakukan proses perhitungan matematis, sehingga didapatkan nilai detak jantungnya.

5. LCD

Pada sistem yang dibuat akan digunakan sebuah LCD Nextion untuk menampilkan keluaran sistem berupa nilai detak jantung juga nilai tingkat pernafasan dalam hitungan per menit.

3.2 Pemilihan Komponen

Pemilihan jenis komponen yang akan digunakan merupakan hal yang sangat penting dalam pernacangan suatu sitem perangkat karena dapat berpenngaruh terhadap keluaran sistem maupun tingkat efisiensi suatu sistem perangkat. Beberapa hal yang menjadi acuan dalam pemilihan komponen diantaranya selain efisiensi yaitu kualitas komponen, spesifikasi, kehadalan, juga dari sisi ekonomis komponen nya.

3.2.1 Pemilihan Jenis Sensor

1. Pemilihan Sensor PPG

Dalam memilih jenis sensor untuk sistem pendeteksi detak jantung ini sengaja dipilih metode PPG karena komponen yang dibutuhkan relatif murah karena hanya mengunakan LED sebagai *Emitter* dan Phototransistor sebagai *Reciever*. Pada sistem ini dipilih LED TSTA7300 yang memiliki spesifikasi yang bagus namun dengan harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan LED sejenis dengan spesifikasi yang lebih rendah. Berikut tabel perbandingan beberapa jenis LED infra-merah.

Tabel 3.1 Perbandingan LED Infra-merah

	SFH 4841	TSTA7300	LTE-R38381S
Wavelength	940 nm	870 nm	940 nm
I_f – Forward Current	100 mA	100 Ma	1 A
V_f – Forward Voltage	1.6 V	–	3 V
Maximum Operating Temperature	+100 C	+100 C	+85 C
Harga	$ 2.0	$ 3.4	$ 4.9

Sedangkan jenis Phototransistor yang digunakan adalah TSL-261 yang spesifikasinya disesuaikan dengan LED yang digunakan. Berikut perbandingan spesifikasi dan harga antar beberapa jenis Phototransistor.

Tabel 3.2 Perbandingan Jenis Phototransistor

	TSL-261R	BPW-34
Peak Wavelength	940 nm	900 nm
Reverse Voltage	2.7 – 5.5 V	60 V
Forward Current	1.1 mA	–
Harga	$ 3.1	$ 2.1

2. Pemilihan Sensor Respitory Monitor

Pada sistem pendeteksi respirasi yang akan dibuat dipilih sebuah Mikrofon Elektret sebagai sensor pendeteksi pernafasan yang digunakan pada sistem karena memiliki sensitifitas yang baik, juga harga yang relatif murah. Pada penelitian sebelumnya ada perancang yang menggunakan thermistor sebagai sensor pendeteksi pernafasan, namun terdapat kerugian dalam penggunaan sensor suhu untuk mendeteksi pernafasan. Berikut tabel perbandingan antara penggunaan Mikrofon dengan Thermistor dalam penggunaan untuk mendeteksi suatu pernafasan.

Tabel 3.3 Perbandingan Jenis Sensor Pendeteksi Pernafasan.

PARAMETER	THERMISTOR	MIKROFON ELEKTRET
Sensitifitas	Tinggi	Tinggi
Harga Relatif	Sangat Murah	Cukup Murah
Respon Set Point Terhadap Pernafasan	Berubah-ubah	Cukup Stabil

3.2.2 Pemilihan IC Komparator

Pemilihan jenis IC Komparator ditujukan agar sinyal data analog yang terbaca dapat dikuatkan dengan baik sehingga sinyal datanya tidak berubah. Dalam pemilihan ini terdapat 3 IC yang dibandingkan untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan.

Tabel 3.4 Perbandingan Jenis IC Komparator

	LM358	LF353	LM324
Gain Bandwidth	700 kHz	4 MHz	1.3 Mhz
Slew Rate	0.3 V/us	13 V/us	0.4 V/us
CMRR	65 – 80 dB	70 dB	80 Db
Harga Per Buah	Rp 2500	Rp 3500	Rp 7500

3.2.3 Pemilihan Jenis Mikrokontroler

Berikut merupakan tabel perbandingan jenis mikrokontroler dengan spesifikasi tertentu.

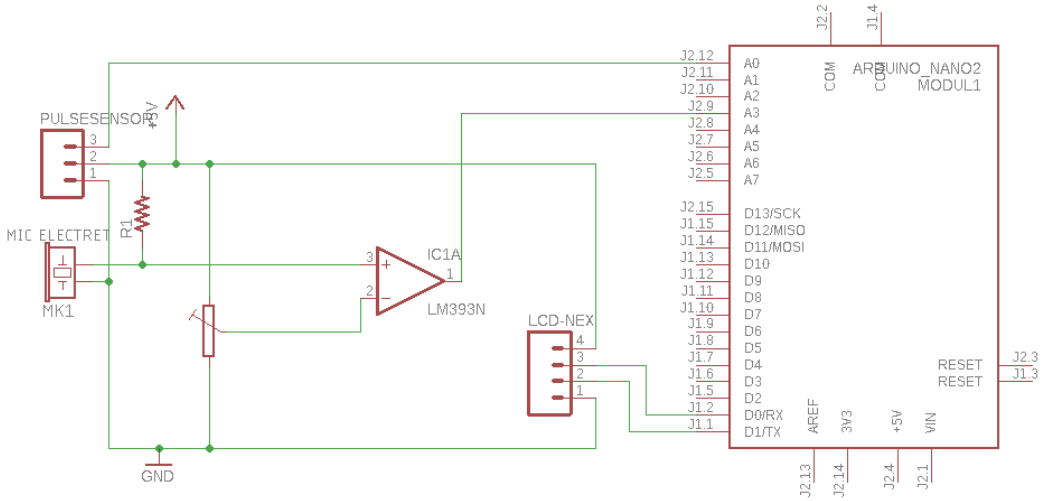
Tabel 3.6 Perbandingan Jenis Mikrokontroler

	Arduino Nano	Arduino Uno	Arduino Mega
Mikrokontroler	ATmega328P	ATmega328P	ATmega2560
Operating Voltage	5 V	5 V	5 V
Flash Memory	32 KB	32 KB	32 KB
SRAM	2 KB	2 KB	8 KB
Jumlah I/O pin	11	16	54
Harga	Rp 75,000	Rp 90,000	Rp 150,000

Pada sistem perangkat yang dirancang akan digunakan Arduino sebagai pusat pengolahan semua data. Adapun alasan pemilihan Arduino Nano sebagai mikrokontroler yang digunakan karena dalam proyek ini tidak dibutuhkan terlalu banyak penggunaan Pin Analog maupun Pin Digital, sehingga Arduino Nano dinilai sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan Pin I/O dari perangkat yang dirancang.

3.3 Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan sistem yang akan dibuat, terdapat dua tahap perancangan yaitu perancangan *Hardware* dan *Software*. Adapun pada tahap ini akan dijelaskan hal-hal yang mencakup perancangan rangkaian sistem juga perhitungan matematis yang mendukung perancangan. Berikut gambar rangkaian alat yang dirancang



Gambar 3.2 Rangkaian Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Respirasi

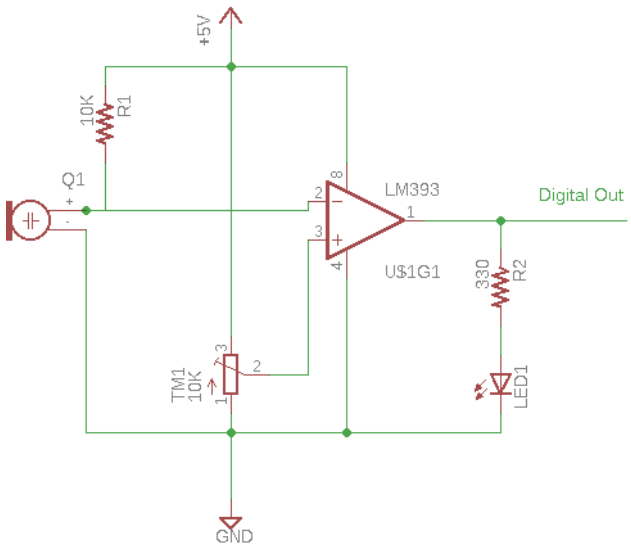
3.3.1 Pulse Sensor

Pulse Sensor mrupakan suatu modul pendeteksi sinyal detak jantung yang mengadaptasi prinsip *Photoplenthysmography* (PPG) dimana sensor utama yang digunakan adalah sebuah Led dan sebuah Fotodioda. Cahaya dari Led akan ditransmisikan pada jaringan tubuh manusia yang tipis seperti cuping ataupun jari tangan. Perubahan Intensitas cahaya akan terjadi dikarenakan cahaya dari led sebagian akan terhalang oleh perubahan volume darah akibat proses pemompaan

darah dari jantung yang terjadi pada daerah penempatan Led tersebut. Kemudian Perubahan intensitas cahaya tersebut akan dideteksi oleh Fotodioda.

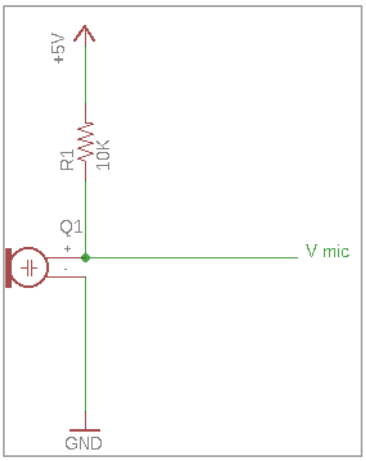
3.3.2 Respiratory Monitor

Pada perancangan rangkaian pendeteksi pernafasan dipilih Mikrofon Elektret sebagai sensor utamanya. Mikrofon akan mendeteksi perubahan suara yang diakibatkan oleh pergerakan udara disekitar saluran keluarnya udara saat proses pernafasan berlangsung. Adapun rangkaian tambahan yang diperlukan hanya sebuah rangkaian komparator, agar perubahan yang terjadi lebih mudah diproses. Berikut gambar rangkaianan pendeteksi respirasi dengan menggunakan *Mikrofon Elektret*.



Gambar 3.3 Rangkaian Pendeteksi Respirasi Dengan *Electret Microphone*.

Pada rangkaian diatas terdapat suatu rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan sebuah trimpot untuk mengatur sensitifitas Microphone terhadap masukan suara. Juga ada sebuah led sebagai indikator yang menunjukan pendeteksian respirasi. Pada gambar berikut disajikan suatu rangkaian pengondis mikrofon.



Gambar 3.4 Rangkaian Mikrofon

Pada rangkaian diatas dipilih nilai R1 sebesar 10KΩ, alasan dipasangnya sebuah resistor 10KΩ sebelum Mikrofon Elektret untuk menyesuaikan nilai arus yang masuk dengan jumlah arus yang dikonsumsi Mikrofon Elektret. Pada *datasheet* didapatkan bahwa konsumsi arus maksimal dari Mikrofon Elektret adalah sebesar 0.5 mA. Berikut perhitungan matematis sehingga didapatkan nilai R1 sebesar 10KΩ.

Diketahui:

$$I = 0.5\ mA;\ V = 5\ V$$

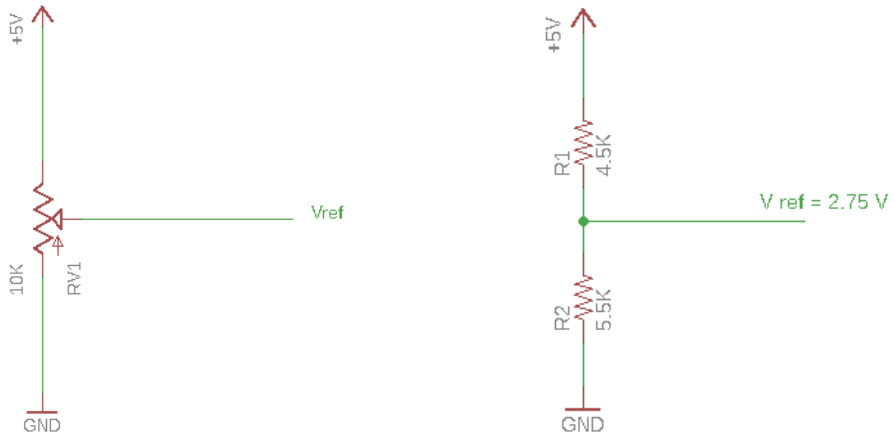
Maka:

$$R = V/I$$

$$R = \frac{5}{0.5 \times 10^{-3}}$$

$$R = 10K\Omega$$

Pada bagian berikutnya terdapat sebuah rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi sebagai sumber tegangan referensi. Pada bagian ini digunakan sebuah potensiometer sebesar 10KΩ sebagai pembagi tegangannya. Berikut tahap perancangan input tegangan referensi untuk bagian komparator.



(a) (b)

Gambar 3.5 Pembagi Tegangan: (a) Pembagi Tegangan dengan Potensiometer (b) Simulasi Pembagian Besar Resistansi Potensiometer.

Pada rangkaian ini telah ditetukan bahwa nilai V ref yang diinginkan adalah sebesar sekitar 2.75 V, maka untuk mendapatkan nilai itu dibutuhkan nilai R2 sebesar 5.5 KΩ atau 55% pemutaran potensiometer dari ground dan R1 Sebesar 4.5 KΩ atau 45% pemutaran dari input 5V. Berikut perhitungannya sehingga didapatkan nilai R1 dan R2.

Diketahui:

V_{in} = 5V, R_{pot} = R1+R2 = 10KΩ

Maka:

$$V_{ref} = \frac{R2}{R1 + R2} \times V_{in}$$

$$\frac{V_{ref}}{V_{in}} = \frac{R2}{R1 + R2}$$

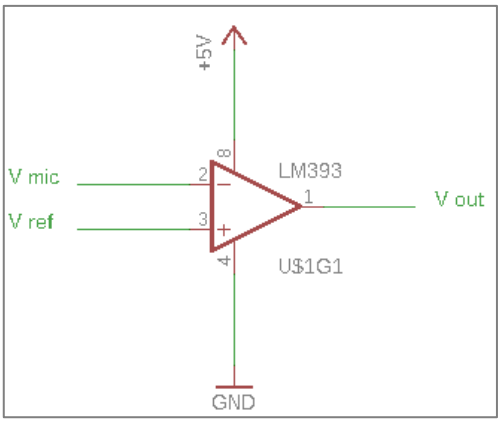
$$R2 = \frac{V_{ref}}{V_{in}} \times (R1 + R2)$$

$$R2 = \frac{2.75}{5} \times 10K$$

$$R2 = 5.5K \ldots..(i)$$

$$R1 = 10K - 5.5K = 4.5K \ldots(ii)$$

Nilai V_{ref} yang didapatkan dari rangkaian pembagi tegangan ini akan menjadi nilai *Threshold* pada pemrosesan sinyal oleh bagian komparator. Pada bagian komparator akan hanya ada 2 nilai keluaran. Berikut penjelasan mengenai rangkaian bagian komparator.



Gambar 3.6 Rangkaian Komparator Op-Amp

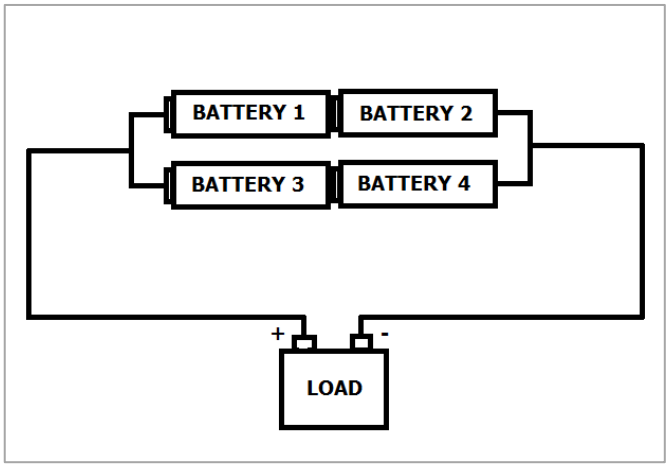
Gambar diatas menunjukan rangkaian komparator pada rangkaian pengondisi sinyal dari Mikrofon. Berikut nilai keluaran yang akan dihasilkan dari rangkaian komparator diatas .

1. Ketika $V_{mic} < V_{ref}$, maka $V_{out} \approx 5V$
2. Ketika $V_{mic} > V_{ref}$, maka $V_{out} \approx 0V$

Kedua kondisi diatas hanya berlaku ketika masukan tegangan referensi dihubungkan pada pin *non-inverting* pada Op-Amp. Hal tersebut terjadi karena pada dasarnya ketika masukan pada pin *non-inverting* (+) lebih besar dibandingkan masukan pada pin *inverting* (-) maka keluarannya akan bernilai *High*, demikian sebaliknya ketika masukan pada pin *non-inverting* (+) lebih kecil dibandingkan masukan pada pin *inverting* (-) maka keluarannya akan bernilai *Low*.

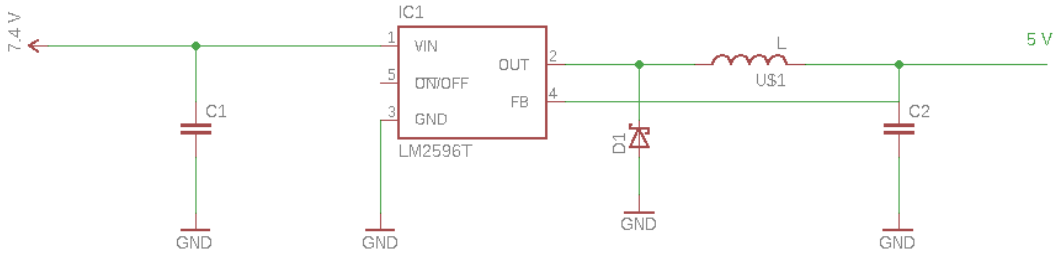
3.3.3 *Power Supply*

Untuk membuat suatu alat yang bersifat portabel maka pada rancangan sistem ini dipilih baterai sebagai sumber masukan tegangan dan arus untuk rangkaian. Jenis baterai yang dipilih yaitu baterai ion lithium 3.7 V, 2000 mAh. Tegangan masukan yang dibutuhkan adalah sebesar 5 V, maka dibutuhkan setidakknya 2 buah baterai yang disusun secara paralel. Pada rangkaian *Power Supply* juga dibutuhkan setidaknya 2 buah baterai yang disusun secara seri untuk kenyamanan penggunaan agar kapasitas baterainya lebih besar. Berikut gambar penyusunan baterai yang dibuat untuk sistem pendeteksi detak jantung dan pernafasan ini.



Gambar 3.7 Penyusunan Baterai Untuk *Power Supply*.

Pada rangkaian *Power Supply* ini dibutuhkan modul tambahan yaitu modul *Step-down* untuk menyesuaikan besar tegangan yang keluar dengan besar tegangan yang dibutuhkan rangkaian.



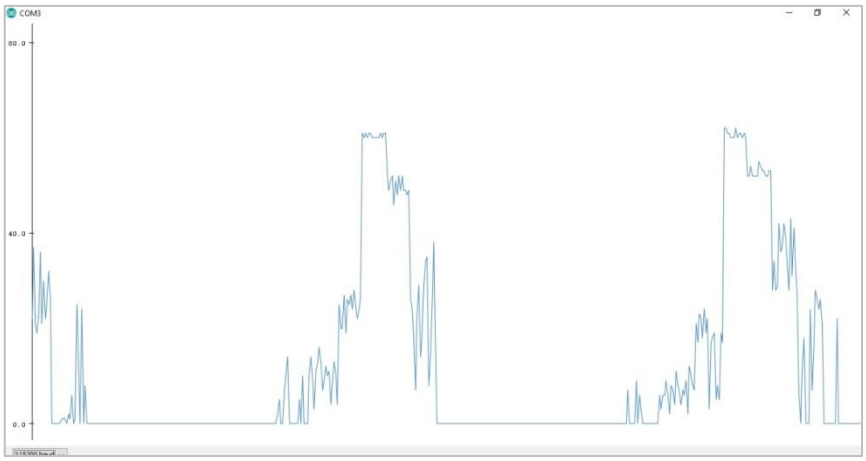
Gambar 3.8 Rangkaian Modul *Step-Down*

3.4 Percobaan Rangkaian Sistem Alat

Setelah dilakukannya tahap perancangan rangkaian, langkah berikutnya adalah melakukan percobaan terhadap rangkaian yang telah dirancang berikut hasil dari percobaan yang telah dilakukan.

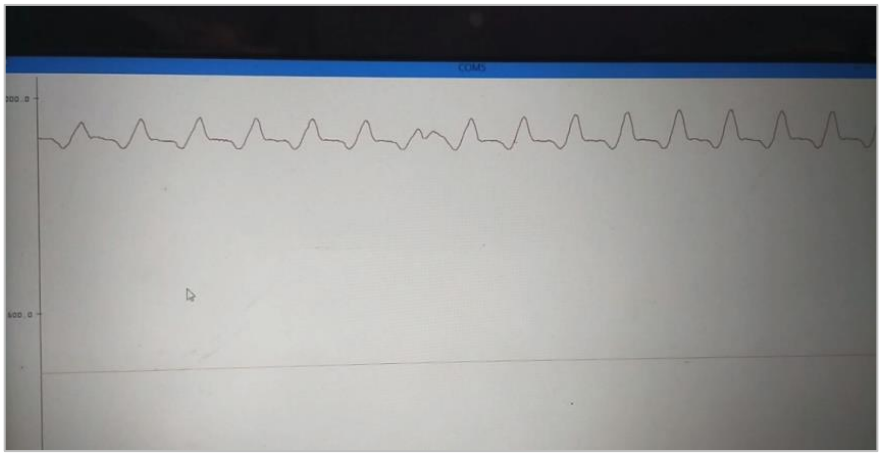
3.4.1 Hasil Percobaan Rangkaian PPG

Pada percobaan yang telah dilakukan menunjukan bahwa sensor dapat mendeteksi adanya sinyal detak jantung. Berikut Gambar 3.9 menujukan sinyal detak jantung yang dideteksi oleh sensor sebelum melalui rangkaian filter.



Gambar 3.9 Pembacaan Sinyal Detak Jantung dari Sensor

Kemudian keluaran dari sensor dimasukan kedalam filter sehingga sinyal detak jantung akan terlihat lebih halus seperti yang ditunjukan pada Gambar 3.10 berikut ini.



Gambar 3.10 Sinyal Detak Jantung

3.4.2 Hasil Percobaan Rangkaian Pendeteksi Respirasi

Pada percobaan yang telah dilakukan menunjukan bahwa terjadi perubahan tegangan saat adanya masukan suara pada mikrofon elektret selanjutnya dibuat suatu rangkaian pembagi tegangan kemudian dibandingkan dengan keluaran dari mikrofon melalui IC komparator dan akan dilihat perubahan nilai tegangannya sebagai respon dari proses respirasi. Berikut Gambar 3.11 menunjukan perubahan nilai tegangan yang terjadi sebagai akibat dari proses respirasi.



Gambar 3.11 Perubahan Nilai Tegangan Saat Proses Respirasi

Dari percobaan ini dapat diketahui bahwa perubahan nilai tegangan saat terjadi proses respirasi maksimal hanya sebesar 4 V. Kemudian selanjutnya hanya tinggal dilakukan saja pemrosesan data untuk mendapatkan nilai jumlai pernafasan per menit.