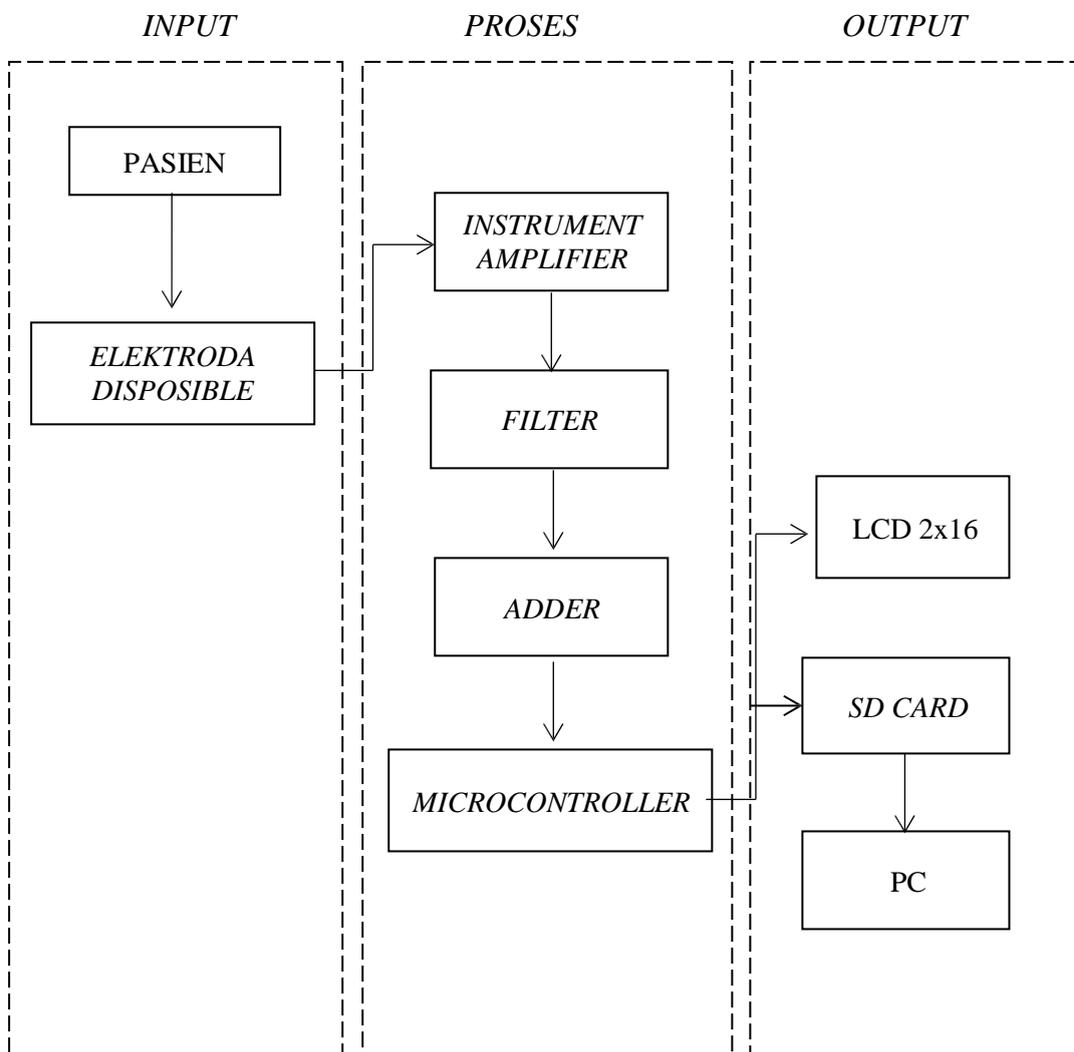


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem

Untuk memahami bagaimana alur dan jalannya sistem pada modul yang akan dibuat, maka penulis akan menjelaskan dalam bentuk diagram blok sistem pada Gambar 3.1.



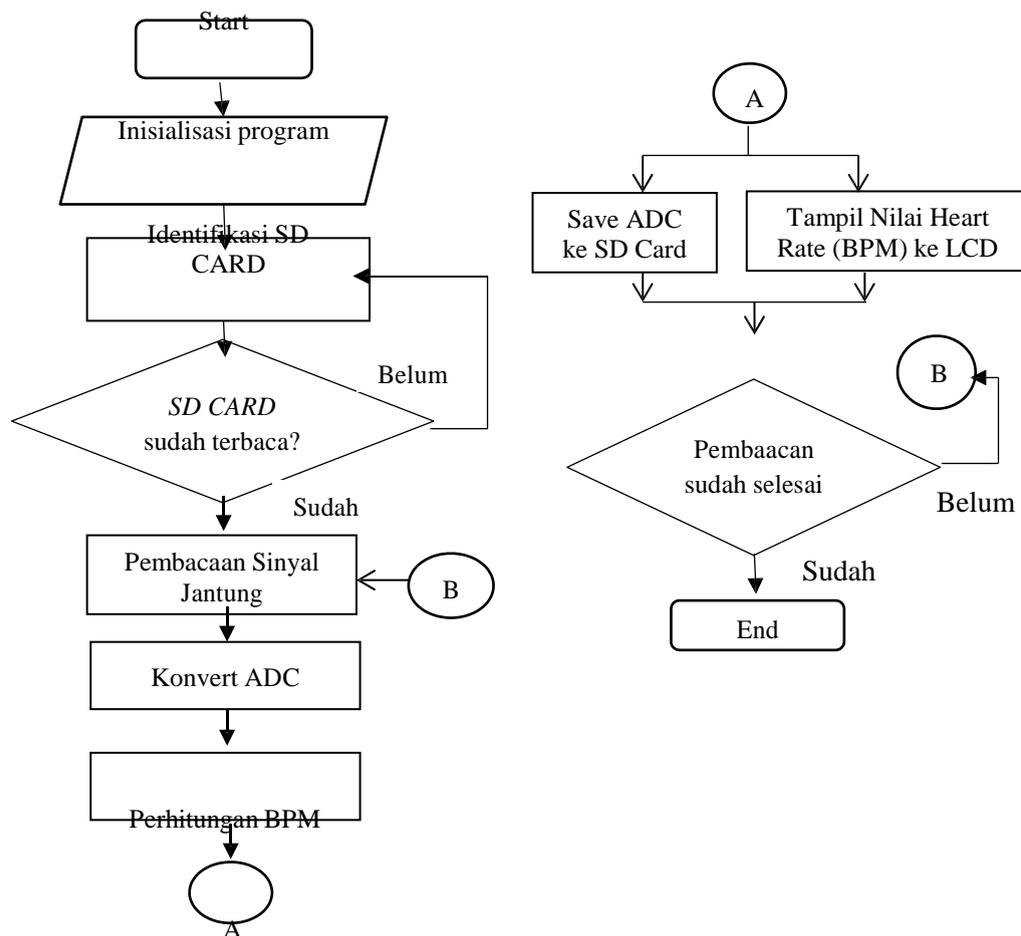
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

3.1.1 Penjelasan Blok Diagram

Disposable elektroda dipasang ke tubuh pasien dibagian pangkal tangan kanan dan pangkal kaki kiri, dan pangkal kaki kanan sebagai grounding, karena penulis menggunakan sadapan *Lead II*, sinyal listrik jantung yang berasal dari sadapan tadi akan di terima oleh *Instrument Amplifier* untuk dilakukan pemrosesan sinyal, dimana sinyal akan di *buffer* kemudian dikuatkan. Sinyal jantung yang berasal dari sadapan akan menghasilkan *noise* yang dapat mempengaruhi bentuk sinyal jantung, untuk menghilangkan *noise* ini *Output* dari rangkaian *Instrument Amplifier* akan dimasukkan kedalam rangkaian *filter* untuk menghilangkan *noise* selain menghilangkan *noise* rangkain *filter* ini digunakan untuk mengambil sinyal jantung pada frekuensi yang diinginkan, disini menggunakan *filter High pass* aktif untuk meloloskan sinyal di atas frekuensi *cutoff* dan menggunakan rangkaian *Low Pass Filter* aktif untuk meloloskan sinyal di bawah frekuensi *cutoff*, karena menggunakan rangkaian HPF dan LPF maka didapatkan sinyal yang dikehendaki, penggabungan rangkaian HPF dan LPF menjadi rangkaian *Band Pass filter*. Dari rangkaian LPF sinyal akan diproses di rangkaian *noch filter*, rangkaian ini berfungsi untuk melemahkan sinyak yang berada pada frekuensi tertentu. Tujuan adanya rangkaian ini untuk meredam *noise* yang berasal dari *interference* listrik PLN yang memiliki frekuensi 50/60 Hz. Setelah mendapatkan sinyal dengan frekuensi yang diinginkan dan sinyal sudah bersih dari *noise*, selanjutnya sinyal akan di *Input* ke rangkaian *adder* karena bentuk sinyal jantung yang *sinusoidal*, dimana sinyal sinus terdapat dua polaritas yaitu positif dan negatif, jika terdapat sinyal di polaritas positif dan negatif tidak bisa di baca oleh *Microcontroller* oleh karena itu

dibutuhkan rangkaian *adder* untuk menggeser polaritas atau fasa dari sinyal jantung. *Output* dari *adder* sinyal akan di *Input* kan ke *Microcontroller* masuk ke pin ADC untuk di proses dan untuk disimpan ke *SD CARD* untuk ditampilkan ke PC.

3.2 Diagram Alir Proses



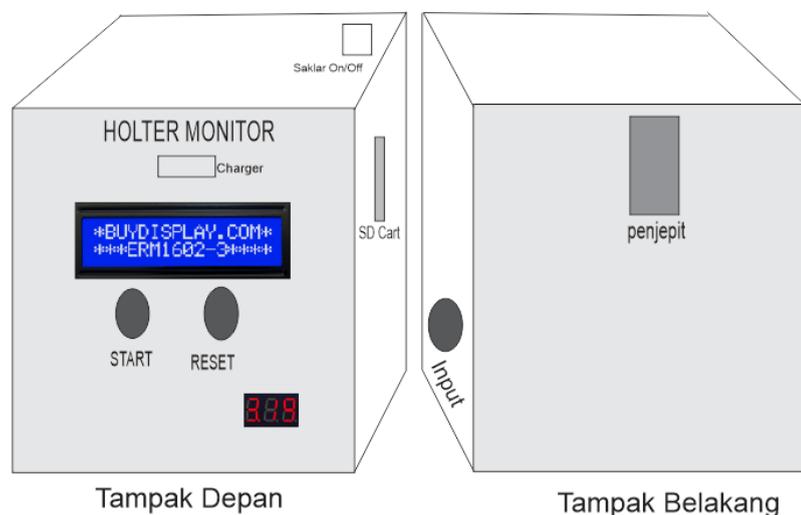
Gambar 3. 2 Diagram Alir Proses

3.2.1 Penjelasan Diagram Alir Proses

Cara kerja blok diagram alir proses adalah diawali dengan inisialisasi program, selanjutnya program akan mengidentifikasi *SD CARD*, apakah sudah teridentifikasi apa belum, jika sudah maka program melakukan pembacaan sinyal

jantung, tapi jika belum maka program tidak akan melakukan pembacaan sinyal jantung. Setelah program melakukan pembacaan sinyal, sinyal jantung akan dirubah menjadi nilai digital oleh *Analog Digital Converter (ADC)*, setelah nilai digital sinyal jantung sudah didapat, maka dilakukan perhitungan *Heart Rate (BPM)* oleh Program. Nilai ADC akan disimpan di *SD CARD*. Hasil perhitungan BPM ditampilkan ke LCD 2 x 16. Pembacaan dan perekaman sinyal jantung sudah selesai apa belum, jika sudah selesai maka pembacaan dan perekaman berhenti dan proses selesai, jika belum selesai maka program akan melakukan pembacaan dan perekaman secara terus menerus.

3.3 Diagram Mekanis Sistem



Gambar 3. 3 Gambar Diagam Mekanik Alat

Diagram mekanik pada gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa diagram mekanik terdiri dari 2 tombol yaitu tombol *start/stop* dan *reset*, dimana tombol tersebut memiliki fungsi masing – masing yaitu tombol *start/stop* digunakan untuk memulai pembacaan dan perekaman sinyal jantung, dan untuk menghentikan

proses pembacaan dan perekaman sinyal jantung, dan *reset* digunakan untuk mereset program. LCD karakter 2 x 16 digunakan untuk menampilkan nilai *Heart Rate* (BPM) dan nilai data ADC hasil pembacaan sinyal jantung, dan juga untuk menampilkan jam dan tanggal. Slot *SD CARD* digunakan untuk memasukkan *SD CARD*. Daya battery ditampilkan dalam bentuk 7 segmen. *Input* elektroda terdiri dari satu lubang untuk menempatkan *jack* audio *stereo* yang didalamnya ada 3 penghantar..

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Peralatan sebagai sarana pendukung dalam pembuatan tugas akhir ini dapat disebutkan sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Daftar Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1	Personal Komputer (PC)	1 Unit
2	Osiloskop Digital	1 Unit
3	AVO Meter	1 Buah
4	Fuction Generator	1 Unit
5	<i>Phantom</i> EKG	1 Unit
6	Soulder	1 unit
7	Obeng	1 unit
8	Cutter	1 unit
9	Tang Potong	1unit
10	Tang Kombinasi	1 unit
11	Tang cucut	1 unit

3.4.2 Bahan

Adapun komponen-komponen penting yang akan digunakan dalam pembuatan modul, antara lain:

Tabel 3. 2 Daftar Bahan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Modul <i>SD CARD</i>	1 Buah
2	IC TL 084 + Soket	1 buah
3	IC TL 081 + Soket	1 Buah
4	Multitune	3 Buah
5	At Mega 328P + Soket	1 Buah
6	Kristal 12 MHz	1 Buah
7	Dioda zenner	2 Buah
8	Battery Handpone 3.2 v	2 Buah
9	Modul Battery StepUp	1 Buah
10	IC 7660	1 Buah
11	Kabel Konektor	1 meter
12	Sablon PCB	5 buah
13	Tenol	1 rol
14	Kapasitor	12 Buah
15	Konektor	6 buah
16	Resistor	15 Buah
17	Disposable Elektroda	1 Set
18	IC AD620AN	2 Buah

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian dan pembuatan modul ini penulis menggunakan desain *Pre Eksperimental* dengan jenis penelitian yaitu *One group post Test Design* (karena perlakuan yang langsung tanpa ada pembimbing).

Perlakuan

Diukur

X

0

Keterangan : X = *treamen* atau perlakuan

0 = hasil dari pengukuran

3.6 Variable Penelitian

3.6.1 Variabel Bebas

Sebagai variable bebas pada penelitian ini yaitu alat kalibrasi *Phantom* EKG, sebagai sumber data sinyal EKG yang menghasilkan sinyal *Input* bioelektrik yang memiliki skala mili volt (mV) dan perubahan nilai sensitivitas dan BPM dapat diatur pada alat kalibrasi *Phantom* .

3.6.2 Variabel terikat

Sebagai variable terikat pada penelitian ini yaitu display sinyal EKG pada *personal computer*.

3.6.3 Variabel Terkendali

Sebagai variabel terkendali pada penelitian ini yaitu *Microcontroller* .sebagai pengolah data dari analog menjadi digital.

3.7 Definisi Operasional

Tabel 3. 3 Definisi Operasional

Variable	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Sinyal Jantung dari pasien (Variabel Bebas)	Sinyal jantung pasien yang diukur ketika melakukan proses aktivitas	<i>Oscilloscope</i>	Frekuensi (Hz) <i>Amplitudo</i> (V)	Ordinal
IC <i>Microcontroller</i> (variabel terkendali)	Untuk menerima <i>Input</i> data dari sensor dan memberi perintah ke display	-	0=ground 1=vcc	Nominal

3.8 Teknik Analisa Data

3.8.1 Rata – rata

Adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran. Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Rata – Rata } (\bar{x}) = \frac{\Sigma X}{n} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

\bar{x} : rata – rata ΣX : Jumlah nilai data n : Banyak data (1,2,3,...,n)

3.8.2 (%) Error

Adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Errr \%: } \left(\frac{\text{Dat a Set t in g} - \text{Rata} - \text{Rata}}{\text{Data Setting}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

3.8.3 Cara Analisis Data

Untuk mengetahui hasil apakah modul bekerja atau tidak maka dilakukan pengujian dan pengukuran kerja alat dan data hasil pengukuran dilakukan analisis, berikut cara analisis data:

- a. Menganalisis dan mengukur stabilitas *Output voltase* modul sadapan yaitu rangkaian instrumentasi dan summing adder EKG Lead II.
- b. Menganalisis dan mengukur stabilitas *Output voltase* dan frekuensi *cut off* pada rangkaian *High Pass Filter Aktif*.
- c. Menganalisis dan mengukur stabilitas *Output voltase* dan frekuensi *cut off* pada modul *Low Pass Filter Aktif* dan *Noch Filter*.

3.9 Waktu dan Tempat Pembuatan Modul

Waktu : Oktober 2017 – Juni 2018

Tempat : Laboratorium Teknik Elektromedik, Kampus Teknik

Elektromedik, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah

Yogyakarta.

3.10 Rangkaian Modul *Hardware*

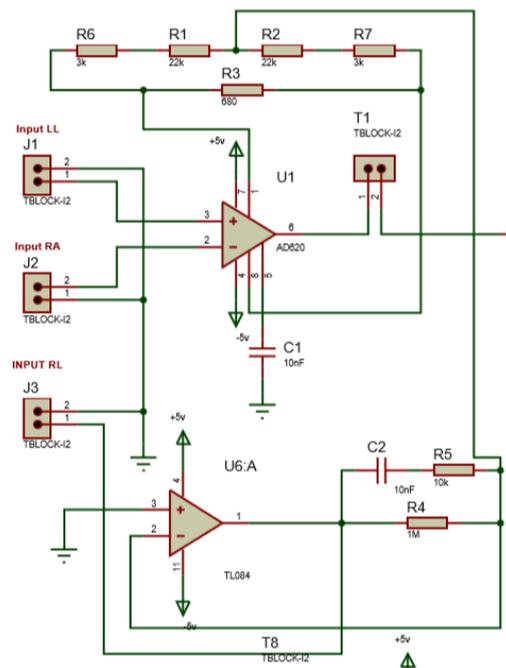
3.10.1 Rangkaian *Instrument Amplifier*

Spesifikasi yang dibutuhkan pada rangkaian *Instrument Amplifier* adalah:

1. Menggunakan IC instrumentasi yaitu AD 620 AN.
2. Pada IC membutuhkan tegangan *Input* kerja sebesar +5 VDC, - 5 VDC, dan GND.
3. Penguatan atau *gain* pada rangkaian *instrument Amplifier*:

$$\begin{aligned}
 \text{Gain} &= \left(\frac{R1+R6+R2+R7}{R} \right) + 1 \\
 &= \left(\frac{22K+3K+22K+3K}{680} \right) + 1 \\
 &= \left(\frac{50K}{680} \right) + 1 \\
 &= 74 \times
 \end{aligned}$$

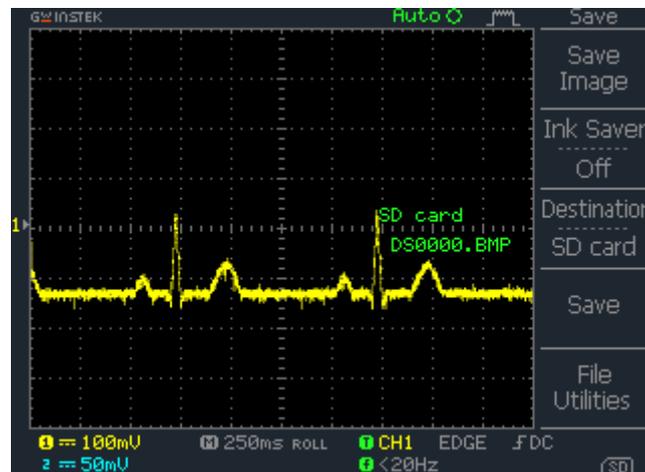
4.



Gambar 3. 4 Rangkaian Instrument Amplifier

Petunjuk pengujian dan pengukuran hasil stabilitas dan *voltase* pada rangkaian *instrumentasi Amplifier Lead II*:

- a. Atur *Amplitudo* pada *Phantom EKG* diskala 1,0 mV.
- b. Sambungkan *Input* an pada rangkaian ke *Phantom EKG*.
- c. Lakukan pengukuran *Output instrumentasi Amplifier* pada TP 1. menggunakan *oscilloscope*, lalu amati dan catat hasilnya. Pada rangkaian *instrumentasi Amplifier Lead II* terdapat penguatan 74 x.
- d. Dari pengukuran dengan *Phantom EKG* dengan seting *Heart Rate* (BPM) 60 dan *Amplitudo* 1 mV didapatkan gambar bentuk sinyal sebagai hasil *Output* yang dibaca *diosciloscope*:



Gambar 3. 5 *Output Instrument Amplifier Lead II Amplitudo 1 mV*

$$\begin{aligned}
 \text{Amplitudo} &= \text{Volt/Div} \times \text{Kotak Horizontal} \\
 &= 0,1 \text{ V} \times 2 \text{ V} \\
 &= 0,2 \text{ V}
 \end{aligned}$$

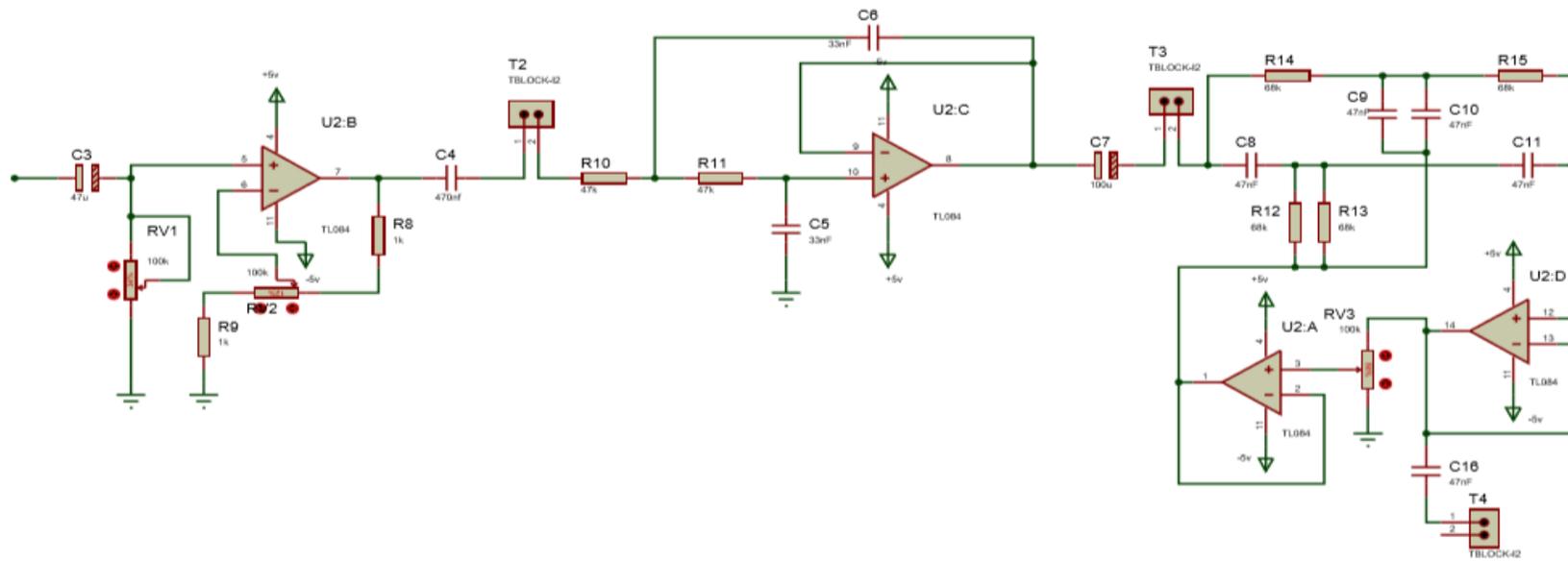
Rangkaian *Instrument Amplifier* pada gambar 3.4 menggunakan IC AD 620 yang merupakan salah satu jenis IC yang didalamnya sudah ada rangkaian *Instrumentasi Amplifier*. Rangkaian *Instrumentasi* digunakan untuk mengolah sinyal jantung untuk pertam kalinya. IC AD 620 memiliki karakteristik *low noise* , hanya membutuhkan arus yang kecil, dan juga memiliki penguatan yang tinggi. Pada rangkaian intrumentasi yang digunakan untuk Tugas Akhir ini untuk mengolah sinyal jantung pertama kali ini memiliki penguatan sebesar 74 kali setelah dilakukan perhitungan. Rangkaian Intrumentasi ini digunakan untuk menyadap sinyal jantung pada pangkal tangan kanan dan pangkal kaki kiri. Pada pangkal kaki kanan dihubungkan dengan rangkaian *Commom Mode Rejection Ratio* CMRR, rangkaian CMRR ini digunakan untuk meredam *noise* yang dihasillkan dari tubuh. Rangkaian CMRR terdiri dari rangkaian LPF yang di groundingkan

dengan menggunakan *op-amp*. Bentuk gelombang dari rangkaian instrumentasi dengan *Input Phantom* dan dibaca pada *oscilloscope* ditunjukkan pada gambar 3.5.

3.10.2 Rangkaian Filter

Spesifikasi komponen yang digunakan pada rangkaian filter adalah:

1. Rangkaian filter terdiri dari rangkaian *High Pass Filter* Aktif, *Low Pass Filter* Aktif, *Noch Filter*.
2. Pada rangkaian filter menggunakan IC TL 074.
3. IC TL 074 membutuhkan tegangan kerja sebesar + 5 VDC, - 5VDC, dan GND.
4. TP 2 digunakan untuk mengecek *Output* dari rangkian *High Pass Filter* Aktif, frekuensi *cut off* 0,04 Hz.
5. TP3 digunakan untuk mengecek *Output Low Pass Filter* Aktif, frekuensi *cut off* 102,66 Hz.
6. TP 4 Digunakan unttuk mengecek *Output Noch Filter*, frekuensi *cut off* 49,8 Hz.
7. Dengan komponen yang dibutuhkan maka menghasilkan sebuah rangkaian seperti dibawah ini:



Gambar 3. 6 Rangkaian *Filter*

Petunjuk pengujian dan pengukuran hasil stabilitas dan *voltase* pada rangkaian *Filter Lead II*:

1. Atur *Amplitudo Phantom EKG* sebesar 1 mV dengan BPM pada selektor 60 *beat*.
2. Dari setingan didapatkan gambaran bentuk gelombang. Berikut ini hasil pengukuran pada T2 sebagai *Output* dari *High Pass Filter Aktif* pada *oscilloscope*:



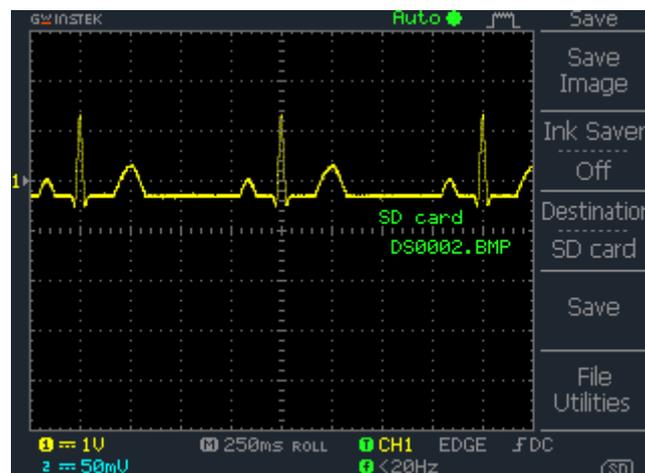
Gambar 3. 7 *Output High Pass Filter Aktif 20 dB*

$$\begin{aligned}
 \text{Amplitudo} &= \text{Votl/Div} \times \text{Kotak Vertikal} \\
 &= 1 \text{ V} \times 2,1 \text{ V} \\
 &= 2,1 \text{ V}
 \end{aligned}$$

3. *Output High Pass Filter Aktif*

$$\begin{aligned}
 F_c &= \frac{1}{2 \times \pi \times R \times C} \\
 &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 78,3 \cdot 10^3 \text{ } \Omega \times 47 \cdot 10^{-6}} \\
 &= \frac{1}{6,28 \times 3680 \cdot 10^{-3}} \\
 &= \frac{1 \cdot 10^3}{23111,020} \\
 &= 0,04 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

4. Dari setingan yang sudah dilakukan didapatkan gambaran bentuk gelombang dari rangkaian LPF. Berikut pengukuran pada TP3 sebagai *Output Low Pass Filter* aktif 40 dB pada *oscilloscope*:



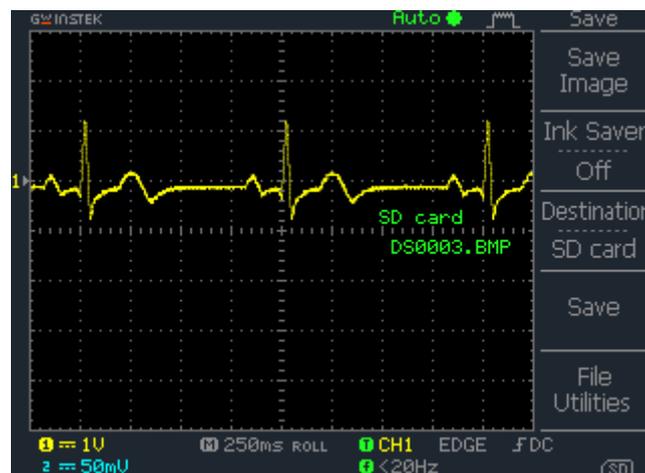
Gambar 3. 8 *Output Low Pass Filter Aktif 40 dB*

$$\begin{aligned}
 \text{Amplitudo} &= \text{Votl/Div} \times \text{Kotak Vertikal} \\
 &= 1 \text{ V} \times 2 \text{ V} \\
 &= 2 \text{ V}
 \end{aligned}$$

5. *Output* LPF Aktif 40 dB menurut perhitungan :

$$\begin{aligned}
 F_c &= \frac{1}{2 \times \pi \times R_{10} \times R_{11} \times C_5 \times C_6} \\
 &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times \sqrt{47.10^3 \Omega \times 47.10^3 \Omega \times 33.10^{-9} \times 1.10^{-9}}} \\
 &= \frac{1}{6,28 \times \sqrt{4624.10^6 \Omega \times 1.10^{-14}}} \\
 &= \frac{1.10^1}{6,28 \times 47.10^3 \Omega \times 33.10^{-9}} \\
 &= \frac{1.10^6}{9740,28} \\
 &= 102,66 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

6. Dari setingan didapatkan gambaran bentuk gelombang dari rangkaian *Noch Filter*. Berikut pengukuran pada TP4 sebagai *Output Noch Filter* pada *oscilloscope*:



Gambar 3.9 *Output Noch Filter*

$$\begin{aligned} \text{Amplitudo} &= \text{Votl/Div} \times \text{Kotak Vertikal} \\ &= 1 \text{ V} \times 2 \text{ V} \\ &= 2 \text{ V} \end{aligned}$$

7. *Output Noch Filter* menurut perhitungan :

$$\begin{aligned} F_c &= \frac{1}{4 \times \pi \times (11 \times (\frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{13}}))} \\ &= \frac{1}{4 \times 3,14 \times 47 \cdot 10^{-9} \times (\frac{1}{68k} + \frac{1}{68k})} \\ &= \frac{1}{4 \times 3,14 \times 47 \cdot 10^{-9} \times 34 \cdot 10^3} \\ &= \frac{1 \cdot 10^6}{20070,88} \\ &= 49,8 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

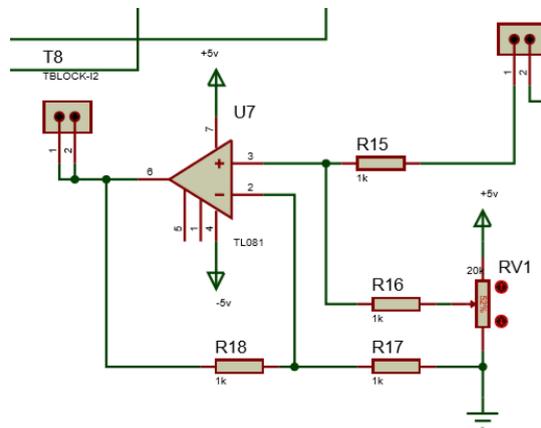
Rangkaian filter pada tugas akhir ini menggunakan rangkaian filter *High Pass Filter* Aktif, *Low Pass Filter* Aktif, *Noch Filter*. Pada rangkaian HPF aktif yang ditunjukkan pada gambar 3.6 pada TP2, setelah dilakukan

perhitungan memiliki frekuensi *cut off* sebesar 0,04 Hz, artinya sinyal yang dibawah frekuensi *cut off* akan di tekan atau di filter, kemudian frekuensi yang diatas nilai *cut off* akan diloloskan. Filter HPF ini bertujuan untuk mengambil semua sinyal yang disadap dan sudah diolah oleh rangkaian instrumentasi. Hasil dari filter HPF yang terdapat pada gambar 3.7 masih didapatkan *noise* yang tinggi, karena *noise* masuk dalam frekuensi yang tinggi maka diperlukan rangkaian *Low Pass Filter Aktif* (LPF Aktif) yang ditunjukkan pada gambar 3.6 pada TP3. Dari perhitungan yang dilakukan rangkaian LPF aktif memiliki frekuensi *cut off* 102 Hz, jadi frekuensi yang diatas frekuensi tersebut akan ditekan. Hasil gelombang rangkaian *Low Pass Filter* terdapat pada gambar 3.8. Untuk rangkaian *Noch Filter* yang memiliki frekuensi *cut off* 49,8 Hz. Rangkaian *Noch Filter* ini digunakan untuk memfilter *inteferensi noise* 50 Hz yang dihasilkan dari sumber listrik PLN. Hasil gelombang dari rangkian *Noch Filter* ini terdapat pada gambar 3.9.

3.10.3 Rangkaian *Summing Adder*

Spesifikasi komponen yang digunakan pada rangkaian filter adalah:

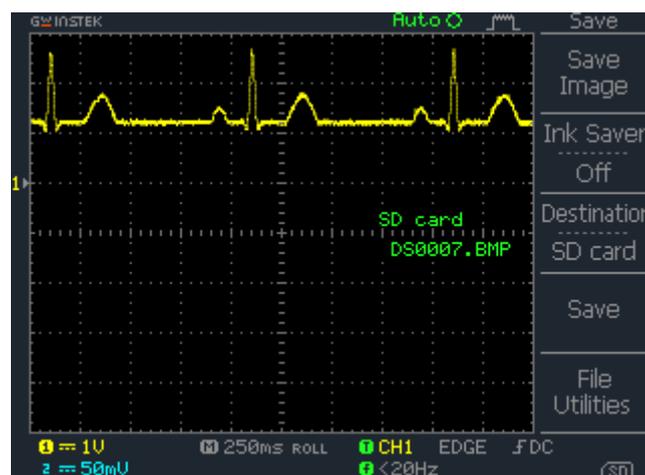
1. Menggunakan IC TL071.
2. Membutuhkan tegangan kerja sebesar + 5 VDC, - 5VDC, dan GND.
3. Menggunakan Resistor Variabel yang digunakan untuk mengatur tegangan referensi.
4. TP 8 digunakan untuk mengetahui *Output* dari rangkaian summing adder, seperti dibawah ini:



Gambar 3. 10 Rangkaian *Summing Adder*

Untuk dapat mengetahui gambaran bentuk gelombang dari rangkaian *summing adder* maka dilakukan Langkah – langkah untuk pengujian rangkain *summing adder* yaitu:

1. Atur *Amplitudo Phantom EKG* 1mV dengan BPM 60
2. Berikut *Output* hasil dari rangkaian *summing adder* pada *oscilloscope*:

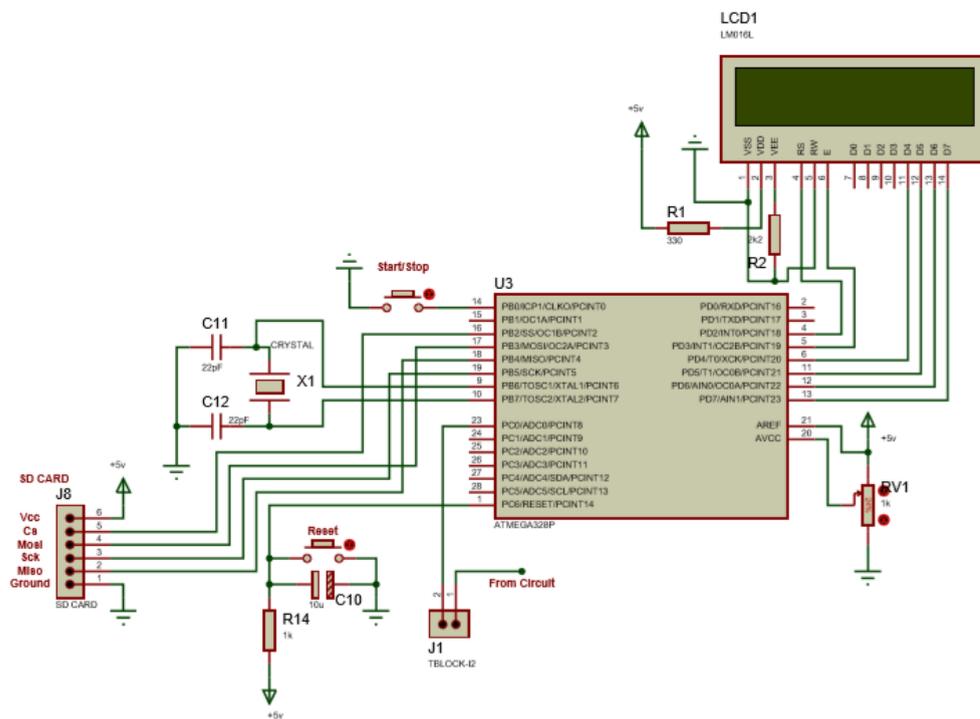


Gambar 3. 11 *Output Summing Adder*

$$\begin{aligned}
 \text{Amplitudo} &= \text{Votl/Div} \times \text{Kotak Vertikal} \\
 &= 1 \text{ V} \times 1,6 \text{ V} \\
 &= 1,6 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Rangkaian *summing adder* pada gambar 3.10 digunakan untuk menggeser fasa atau menaikkan sinyal yang berada di polaritas *negative*, sehingga semua sinyal berada pada polaritas positif atau berada diatas tegangan referensi. Setelah semua sinyal berada di polaritas positif, sinyal baru bisa dibaca oleh ADC. Hasil dari rangkaian *summing adder* seperti pada gambar 3.11, yaitu gambar sinyal yang terbaca pada oscilloscope.

3.10.4 Rangkaian Sistem Minimum ATmega 328P



Gambar 3. 12 Rangkaian Sistem Minimum ATmega 328P

Microcontroller AVR ATmega 328P sudah mempunyai fasilitas fitur yang lumayan lengkap. *Microcontroller* AVR ATmega 328P sudah dilengkapi dengan ADC *internal*, *EEPROM internal*, *Timer/Counter*, *PWM*, *Analog comparator*, dll. Menurut data sheet ATmega 328P dengan konfigurasi 28 Pin DIP (*Dual In-Line*

Package) dan ditambah dengan rangkaian modul *SD CARD*, maka dapat dijelaskan masing – masing pin sebagai berikut:

- a. VCC adalah pin yang digunakan untuk memberikan tegangan supply pada ic dengan tegangan sebesar + 5 VDC.
- b. GND adalah pin yang digunakan untuk mensupply GND kepada IC.
- c. PORT B (PB7 – PB0) adalah port I/O dengan data 8-bit. Pada Port B ini dilengkapi dengan resistor pull-up *internal* setiap pinnya. Khusus PB6 dan PB7 terdapat fungsi lain. PB6 digunakan untuk *Input crystal* dan input rangkaian *clock internal*, tergantung di pengaturan fuse bit. Sedangkan untuk PB7 bisa digunakan untuk *Output crystal*, tergantung dengan pengaturan *fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*.
- d. PORT C (PC – PC0) adalah port I/O dengan data 7-bit, dan dilengkapi pula dengan resistor *pull up internal* pada setiap pinnya.
- e. PORTC6 atau sama dengan pin *reset*, adalah pin yang difungsikan sebagai I/O dan juga untuk mereset system. Jika *fuse bit* RSTDISBL di ‘*programed*’, maka PC6 sebagai pin I/O, tetapi jika fuse bit RSTDISBL di ‘*unprogramed*’, maka PORTC 6 digunakan untuk mereset system.
- f. PORT D (PD7 – PD0) adalah pin yang mempunyai fungsi sebagai I/O dengan data 8-bit dan dilengkapi dengan *internal pull-up* pada setiap pinnya.
- g. AVCC adalah pin yang mempunyai fungsi untuk memberikan catu daya tegangan pada A/D converter, PC3 – PC0, dan ADC (7-6). AVCC

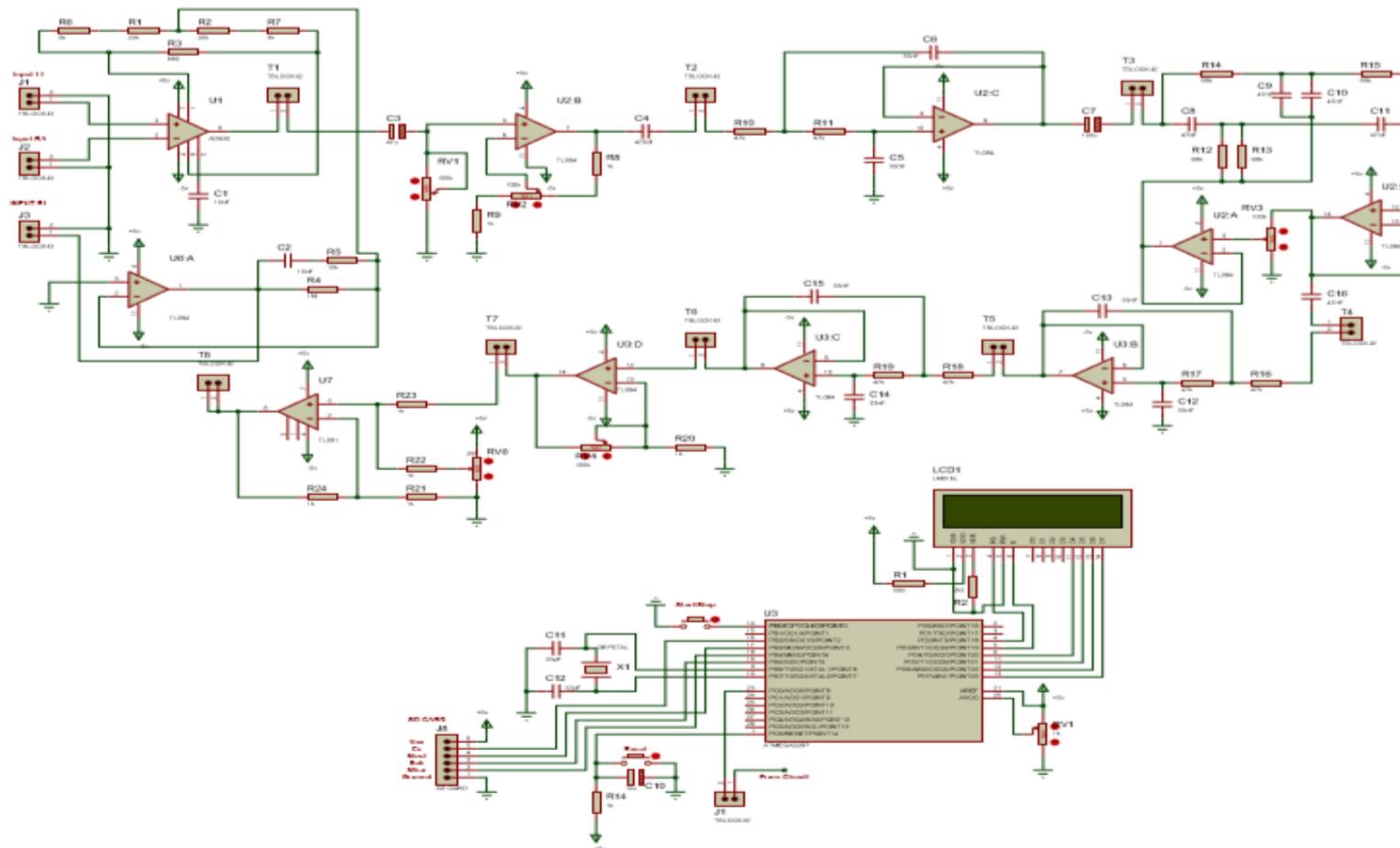
tetap dihubungkan ke VCC walaupun PIN ADC tidak digunakan. Apabila ADC digunakan, maka AVCC harus dihubungkan dengan VCC melalui low pass filter.

- h. AREF adalah salah satu pin yang berfungsi untuk memberikan tegangan referensi analog ADC.
- i. ADC7 – 6 adalah salah satu pin yang digunakan untuk memberikan *Input* ADC.
- j. Menggunakan modul *SD CARD*.
- k. Membutuhkan tegangan +5VDC dan GND.

Rangkaian system minimum *Microcontroller* ATmega 328P mempunyai pilihat fitur, yaitu sebagai berikut:

1. Memiliki 23 buah saluran I/O, yang terdiri dari PortB, PortC, dan PortD.
2. Memiliki *internal* ADC sebanyak 6 buah saluran.
3. Memiliki timer counter sebanyak 3 buah.
4. Kapasitas CPU dengan 32 buah register.
5. Memiliki *oscilator internal*.
6. Memiliki memory SRAM sebesar 1Kb.
7. Memiliki *flash memory* sebesar 8KB dengan *system self-programable flash*.
8. Memiliki interupsi *eksternal* dan juga *internal*.
9. Memiliki fmemory EEPROM sebesar 512 byte.

10. Memiliki port USART (*Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter*) yang digunakan untuk komunikasi serial. Sehingga semua fasilitas tersebut membentuk sebuah rangkaian seperti berikut:



Gambar 3. 13 Rangkaian Keseluruhan

3.10.5 Pembahasan Rangkaian Keseluruhan

Elektroda disposibel yang dipasangkan pada pangkal tangan kanan, pangkal kaki kiri dan kanan akan menyadap atau mengambil beda potensial antara pangkal tangan kanan dan pangkal kaki kiri. Dimana pada pangkal tangan kanan (RA) mengambil atau menyadap muatan negatif, sedangkan pada pangkal kaki kiri menyadap muatan positif, dan sebagai titik referensi atau grounding digunakan pangkal kaki kanan. Hasil pengambilan muatan positif dan muatan negatif akan dibandingkan pada rangkaian *instrumentasi Amplifier*. Pada rangkaian *instrumentasi Amplifier* sinyal akan dibandingkan dan diolah menggunakan IC AD620AN yang memiliki nilai penguatan sebesar 74 kali.

Output dari pengolahan sinyal pada rangkaian *instrumentasi Amplifier* memiliki sinyal yang masih dalam *orde* 100 mV dan juga masih banyak *noise*, maka dari *Output* dari rangkaian *instrumentasi Amplifier* masuk ke rangkaian HPF yang memiliki nilai frekuensi *Cutt off* sebesar 0,04 Hz yang akan memfilter *noise* yang dihasilkan dari tubuh, dan akan menekan sinyal tubuh dibawah frekuensi *cutt off*. Hasil filter HPF masuk pada rangkaian penguat *non inverting* untuk menguatkan sinyal jantung yang masih dalam *orde* mV agar menjadi *orde* 1 V. karena sinyal jantung dikuatkan maka *noise* yang masih lolos dari filter HPF juga akan dikuatkan, maka digunakan filter LPF yang memiliki frekuensi *Cutt off* 102 Hz. Filter ini akan mengeblok atau menekan sinyal yang nilainya diatas nilai *cutt off*. Untuk filter tambahan yang digunakan untuk mengeblok *noise* yang dihasilkan dari interferensi listrik PLN yang frekuensinya 50/60 Hz maka digunakan rangkaian *Noch Filter* dengan nilai *Cutt off* 48,9 Hz.

Sinyal yang sudah difilter dan dikuatkan ini memiliki *Amplitudo* yang berada pada potensial positif dan *potensial* negatif, karena berada pada 2 *potensial* maka sinyal tidak bisa diolah didalam *Microcontroller*, maka sebelum sinyal masuk ke rangkaian *Microcontroller* maka sinyal masuk ke rangkaian summing edder, yang berfungsi untuk menaikkan sinyal yang berada pada *potensial* negatif menjadi potensial positif.

Output dari rangkaian *summing edder* akan masuk ke rangkaian *Microcontroller* untuk dilakukan pengolahan. Sinyal jantung masuk ke pin ADC 0, Pin ADC akan mengubah sinyal jantung yang masih dalam besaran *analog* menjadi besaran *digital*. Hasil pembacaan ADC, sinyal jantung diolah untuk mencari nilai BPM, hasil pengolahan nilai *Heart Rate* (BPM) ini akan ditampilkan pada LCD 2x16, dan nilai ADC dari sinyal jantung akan disimpan ke modul *SD CARD* untuk dilakukan pembacaan sinyal jantung pada *personal computer*.

3.11 Listing Program

3.11.1. Listing Program Arduino

1. Inisialisasi *SD CARD*

```

if (!SD.begin(cs))
{
error_sd=1;
lcd.clear();
lcd.print("MicroSD Error!");
delay(1000);
}
else
{ lcd.clear();
lcd.print("MicroSD OK!");
delay(1000);
}

```

Listing program diatas digunakan untuk mendefinisikan *SD CARD*

apakah *SD CARD* sudah terdefinisi oleh program apa belum, jika belum maka akan muncul tulisan yang muncul di LCD adalah “microSD *Error*” dan kalau *SD CARD* sudah terdefinisi maka tulisan yang muncul di LCD ”micro SD OK” semuanya di *delay* 1000 s.

2. Inisialisasi Pembacaan ADC dan Logika Perhitungan BPM

```

int analog=analogRead(adc);
if(timersample<60 && error_sd==0)
{ if(analog>bpmh && lockbpm==0){bpm++;lockbpm=1;}
if(analog<bpml && lockbpm==1){lockbpm=0;}}
if(timersample>=60 && error_sd==0)
{ bpmfix=bpm;
timersample=0;
bpm=0;
}

```

ADC dibaca pada arduino melalui port ADC 0. Dari nilai ADC dapat dilakukan logika untuk melakukan perhitungan nilai *Heart Rate* (BPM). Dengan memberikan logika komparator untuk menentukan puncak tertinggi dan terendah maka dapat dilakukan perhitungan nilai bpm yaitu dengan pembacaan jumlah puncak tertinggi selama 60 detik dan ditampilkan ke LCD 2x16.

3. Logika Penyimpanan Ke *SD CARD*

```
if(tanda==1 && error_sd==0)
{
  myFile = SD.open("DATALOG.TXT", FILE_WRITE);
  if (myFile)
  {
    if(kunci==1)
    {

    } kunci=0;
    myFile.println(analog);
    myFile.close();
  }
}
```

Logika dalam penyimpanan *SD CARD* akan dieksekusi jika logika if terpenuhi yaitu jika tanda sama dengan 1 dan *error_sd* sama dengan 0. Penyimpanan kedalam *SD CARD* file datanya berupa TXT, dan yang disimpan adalah nilai pembacaan ADC.

4. Program Tampilan Pada LCD Karakter 2x16

```

lcd.setCursor(0,0);
if(error_sd==0)
{
if(tanda==1) lcd.print("Run ");
else lcd.print("Stop ");
}
else
{
lcd.print("Error");
}

lcd.setCursor(10,0);
sprintf(buff,"HR:%03d",bpmfix);
lcd.print(buff);
Serial.println(analog);

```

Hasil dari perhitungan *Heart Rate* (BPM) hasilnya ditampilkan pada LCD dengan koordinat y,x (0,1).

3.11.2. Listing Program *Delphi 7*

1. Lisiting Program Pengambilan Data Text

```

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    if OpenFileDialog1.Execute then
    begin
        editfileloc.Text :=OpenDialog1.FileName;
    end;
end;

```

Pengambilan data TXT dari file yang tersimpan pada computer menggunakan komunikasi *open dialog* yang sudah disediakan dari *delphi 7*.

2. Lisiting Program Load Data (Kirim Kememo)

```

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
Memo1.Lines.LoadFromFile(editfileloc.Text);
label2.Caption:=inttostr(memo1.Lines.Count);
end;

```

File TXT yang sudah terambil dengan nama *variable editfileloc.Text* akan di simpan kedalam *memo1*. Jumlah data yang diambil akan ditampilkan kedalam *label 2*, yang sebelumnya file *integer* diubah menjadi *string*, yang datanya dari *memo1* dan dibaca setiap *line*.

3. Lisiting Program Plote Grafik

```

chart1.Series[0].Clear;
detak:=0;
jumlahdata:=memo1.Lines.Count;
scrollbar1.Max:=jumlahdata;
scrollbar1.Min:=1;

```

Pengeplotan file *txt* menjadi sebuah grafik yaitu menggunakan aplikasi yang sudah disediakan oleh *delphi 7* yaitu *chart1*. File yang akan ditampilkan kedalam grafik diambil dari *memo1* dan dibaca setiap *line*.

4. Lisiting Program Perhitungan Input Waktu

```

bataswaktu:=strtoint(edit1.Text)*45;
label2.Caption:=inttostr(bataswaktu);
jumlahdata:=bataswaktu;

```

Untuk meng*Input* kan waktu yang diinginkan yaitu nilai dari yang dimasukan merupakan jenis data *string* kemudian diubah menjadi *integer*, nilai *integer* akan dikalikan dengan nilai 45, hasil ini akan disimpan kedalam *varibale* batas waktu. Kemudian *label 2* akan menampilkan hasil perhitungan tadi kedalam bentuk *string*. Nilai batas waktu sama dengan nilai jumlah data. Karena jumlah data merupan *variable* untuk mengeplo^t grafik, maka grafik akan mengeksekusi data yang sama dengan nilainya batas waktu.

5. Lisiting Program Perhitungan Detakan (BPM)

```

if tegsaatini>tegsebelum then
begin
naik:=true;
end ;
if tegsaatini<tegsebelum then
begin
naik:=false;
end ;

if ((naik=false) and (tegsebelum>strtofloat(edit2.Text)))
then begin
detak:=detak+1;

```

Untuk menghasilkan nilai detak yaitu dengan cara membandingkan nilai tegangan sebelumnya dan tegangan saat ini, jika nilai tegangan sebelum lebih tinggi dari pada tegangan saat ini maka akan dihitung 1, program akan membaca nilai tersebut semua gelombang yang ada dialam

grafik. Batas perbandingan ini ditentukan dengan nilai yang diInput kan pada *edit 2*, jika program membaca nilai tegangan diatas nilai yang diInput kan pada *i* maka program akan membaca logika 1 dan nilainya disimpan pada *variable* *detak* dan ditampilkan pada *label 2*.

6. Lisiting Program *Scrollbar*

```
chart1.Series[0].Clear;
detak:=0;
jumlahdata:=scrollbar1.Position;
if jumlahdata>450 then      //minimal data scrol barr
berfungsi//
begin
for jumlahdata:= jumlahdata-450 to jumlahdata-1 do
```

Program *scrollbar* akan membaca jika jumlah data lebih besar sama dengan 450. Jika data lebih dari 450 *scrollbar* akan mengeksekusi program dengan membaca *memo1* dan dibaca setiap *line* yang jumlahnya datanya sesuai dengan jumlah data. Akan membaca maksimal data yang dieksekusi dan yang paling terkecil yaitu 1.

3.12. Langkah – Langkah Pengambilan Data

3.12.1. Pengujian dan pengukuran *Output* hasil stabilitas dan voltase pada rangkaian *instrument amplifier*

1. Atur *Amplitudo* pada *Phantom* EKG diskala 0.1 mV, 1 mV, dan 2 mV.
2. Sambungkan *Input* an pada rangkaian ke *Phantom* EKG.
3. Lakukan pengukuran *Output instrumentasi Amplifier* pada TP 1. menggunakan *oscilloscope*,
4. Amati dan catat hasilnya, pada rangkaian *instrumentasi Amplifier Lead II* terdapat penguatan 74 kali.

3.12.2. Pengujian dan pengukuran Respon Frekuensi *Output* rangkaian *filter*

3.12.2.1. Rangkaian *Filter HPF* Aktif 20 dB

1. Gunakan *function generator* untuk memberikan *Input* ke rangkaian *High Pass Filter* Aktif 20 dB.
2. Atur *Amplitudo* pada *function generator* sebesar 2 Vpp dan atur frekuensi *Input* secara berurutan dari 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,4 Hz
3. Sambungkan *Output* rangkaian ke *oscilloscope*
4. Catat *Amplitudo* pada setiap perubahan *Inputan*

3.12.2.2 Rangkaian *Filter LPF* Aktif 40 dB

1. Gunakan *function generator* untuk memberikan *Input* ke rangkaian LPF aktif 40 dB.
2. Atur *Amplitudo* pada *function generator* sebesar 2 Vpp dan atur frekuensi *Input* secara berurutan dari 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150.

3. Sambungkan *Output* rangkaian ke *oscilloscope*
4. Catat *Amplitudo* pada setiap perubahan *Inputan*

3.12.2.3. Rangkaian *Noch Filter*

1. Gunakan *fuction generator* untuk memberikan *Input* ke rangkaian *Noch Filter*.
2. Atur *Amplitudo* pada *fuction generator* sebesar 2 Vpp dan atur frekuensi *Input* secara berurutan dari 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100.
3. Sambungkan *Output* rangkaian ke *oscilloscope*
4. Catat *Amplitudo* pada setiap perubahan *Inputan*

3.12.3. Pengujian *Output* tegangan rangkaian *summing adder*

1. Gunakan *fuction generator* untuk memberikan *Input* ke rangkaian *Summing Adder*.
2. Atur *Amplitudo* pada *fuction generator* sebesar 0,5; 1; 1,5; dan 2 Vpp.
3. Sambungkan *Output* rangkaian ke *oscilloscope*
4. Catat *Amplitudo* pada setiap perubahan *Inputan*

3.12.4. Pengujian *Output* tegangan rangkaian Mikrokontroler ATMega 328P

1. Gunakan *fuction generator* untuk memberikan *Input* ke rangkaian Pin ADC ATMega 328P
2. Atur *Amplitudo* pada *fuction generator* sebesar 0,5; 1; 1,5; dan 2 Vpp. Diukur dari *Output* rangkaian *summing adder* menuju pin ADC IC ATMega 328P.
3. Sambungkan *Output* rangkaian ke *oscilloscope* dan catat hasilnya.

3.12.5 Pengujian nilai *Heart Rate* (BPM) dengan pembanding *Phantom EKG* dibaca pada LCD 2x16

1. Hubungkan modul TA ke *Phantom EKG* dengan aturan *Lead II* (*Righ Arm* (RA), *Left Leg* (LL), dan *Righ Leg* (RL)).
2. Seting *Amplitudo* pada *Phantom EKG* sebesar 1mV dan atur *Rate* (BPM): 60, 80, 100, 120, dan 140.
3. Catat nilai *Heart Rate* (BPM) yang terbaca pada LCD 2x16, sebanyak 6 kali untuk satu setingan, dengan waktu 1 menit setiap satu kali pengambilan data.

3.12.6. Pengujian nilai *Heart Rate* (BPM) dengan pembanding *Phantom EKG* dibaca *Software* atau PC

1. Hubungkan modul ke *Phantom EKG* dengan aturan *Lead II* (*Righ Arm* (RA), *Left Leg* (LL), dan *Righ Leg* (RL)).
2. seting *Amplitudo* pada *Phantom EKG* sebesar 1mV dan atur BPM 60, 80, 100, 120, dan 140..
3. Lakukan perekaman selama 6 menit, untuk masing masing setingan.
4. Ambil data rekaman dari *SD CARD*, lakukan pembacaan hasil rekaman dengan *Personal Computer*.
5. Pengambilan data dilakukan sebanyak 6 kali untuk masing masing setingan, dengan waktu 1 menit atau 60 detik setiap satu kali pengambilan data rekaman.

3.12.7. Pengujian tinggi *Amplitudo* Sinyal R dan panjang jarak sinyal R ke R dengan *Inputan Phantom EKG* dibaca dengan alat EKG asli

1. Hubungkan alat EKG ke *Phantom EKG* dengan aturan *Lead II (Righ Arm (RA), Left Leg (LL), dan Righ Leg (RL))*.
2. Atur *Amplitudo* pada *Phantom EKG* sebesar 1mV dan atur *Heart Rate* 60.
3. Data diambil sebanyak 8 gelombang lengkap EKG yaitu P, Q, R, S, dan T.
4. Lakukan pengukuran *Amplitudo* pada setiap sinyal EKG.
5. Lakukan pengamatan dan pengukuran lebar pulsa puncak R ke Puncak R.

3.12.8. Pengujian tinggi *Amplitudo* sinyal R dan panjang jarak sinyal R ke R dengan *Inputan Phantom EKG* dibaca dengan *Software TA* atau PC

1. Hubungkan modul ke *Phantom EKG* dengan aturan *Lead II (Righ Arm (RA), Left Leg (LL), dan Righ Leg (RL))*.
2. Atur *Amplitudo* pada *Phantom EKG* sebesar 1mV dan atur *Heart Rate* 60.
3. Data diambil sebanyak 6 kali pengukuran.
4. Setiap pengukuran diambil 8 gelombang pertama.
5. Lakukan pengukuran *Amplitudo* pada setiap sinyal EKG.
6. Lakukan pengamatan dan pengukuran lebar puncak R ke Puncak R.
7. Tampilan grafik pada modul menyesuaikan ukuran kertas EKG.

8. Pengukuran tinggi *Amplitudo* R dan lebar pulsa R ke R menggunakan jangka sorong.

3.12.9. Pengujian nilai *Heart Rate* (BPM) dengan *Inputan* sinyal manusia dibaca pada LCD 2x16

1. Tempelkan elektroda pada pangkal tangan kanan, pangkal kaki kiri, pangkal kaki kanan.
2. *Sample* yang digunakan adalah sinyal jantung manusia yang berbeda sebanyak 20 orang. 1-5 duduk. 6-10 berdiri, 11-15 jalan ditempat, 16-20 lari ditempat.
3. Catat hasil satu kali pembacaan nilai *Heart Rate* yang terbaca pada LCD 2x16 selama satu menit untuk satu kali pasien, satu pasien dilakukann pembacaan nilai *Heart Rate* sebanyak 20 kali..

3.12.10. Pengujian Pembacaan sinyal *Inputan* manusia yang terbaca pada *Software* atau PC

1. Tempelkan elektroda disposibel pda pangkal tangan kanan, pangkal kaki kiri, pangkal kaki kanan.
2. Hubungkan sadapan sinyal ke elektroda yang sudah ditempelkan.
3. *Sample* yang digunakan adalah sinyal jantung manusia yang berbeda sebanyak 20 orang dengan range umum 20-21 tahun.
4. Pengambilan data dilakukan sebanyak 11 sinyal, untuk satu pasien dengan waktu *Input* 10 detik setiap satu kali pengambilan data.
5. Amati dan catat hasil pembacaan *Software*.

6. Lakukan pengukuran *Amplitudo* sinyal dan juga jarak sinyal R ke sinyal R berikutnya.

3.12.11. Pengujian nilai *Heart Rate* (BPM) dengan *Inputan* sinyal manusia dibaca pada PC dan LCD 2x16 dengan pembandingan EKG

1. Tempelkan elektroda disposibel pda pangkal tangan kanan, pangkal kaki kiri, pangkal kaki kanan.
2. Hubungkan sadapan sinyal ke elektroda yang sudah ditempelkan.
3. *Sample* adalah jantung manusia dalam kondisi duduk, berdiri, jalan ditempat, dan lari di tempat. Dengan range umur 20-21 tahun.
4. Pengambilan data dilakukan sebanyak 6 kali setiap data diambil 1 menit sekali, pada setiap posisi yaitu duduk, berdiri, jalan ditempat, dan lari ditempat
5. Nilai *Heart Rate* (BPM) yang diambil adalah yang terbaca pada EKG asli, LCD 2x16 dan *Software delphi 7* pada *perconal computer*

3.12.12. Pengujian tinggi *Amplitudo* sinyal R dan panjang jarak R ke R dengan *Input* sinyal manusia dibaca dengan Modul TA Dibandingkan Dengan Pembacaan EKG Asli

1. Tempelkan elektroda disposibel pda pangkal tangan kanan, pangkal kaki kiri, pangkal kaki kanan.
2. Hubungkan sadapan sinyal ke elektroda yang sudah ditempelkan.
3. *Sample* adalah jantung manusia dalam kondisi duduk, berdiri, jalan ditempat, dan lari di tempat dengan range umur 20-21 tahun.

4. Pengambilan data dilakukan sebanyak 12 sinyal, untuk satu pasien dengan waktu *Input* 10 detik setiap satu kali pengambilan data.
5. Amati dan catat hasil pembacaan *Software*.
6. Lakukan pengukuran *Amplitudo* sinyal dan juga jarak sinyal R ke sinyal R berikutnya.

3.12.13. Pengujian data size file txt

1. Hubungkan elektroda ke *Phantom* EKG dengan sistem *Lead II* yaitu *Righ Arm (RA)*, *Righ Legh (RL)*, dan *Left Legh (LL)*.
2. Atur *Phantom* EKG dengan nilai BPM 60 dan *Amplitudo* 1 mV.
3. Pengambilan data dilakukan dengan merekam sinyal yang dikeluarkan *Phantom* selama 1 menit, 5 menit, 10 menit, 30 menit, dan 1 jam.
4. Catat nilai ukuran file txt di setiap pengukuran yang terekaman dan tersimpan di *SD CARD*.

3.12.14. Pengujian data *sampling* yang terbaca pada delphi 7

1. Hubungkan elektroda ke *Phantom* EKG dengan sistem *Lead II* yaitu *Righ Arm (RA)*, *Righ Legh (RL)*, dan *Left Legh (LL)*.
2. Atur *Phantom* EKG dengan nilai *Heart Rate* (BPM) 60 dan *Amplitudo* 1 mV.
3. Pengambilan data dilakukan dengan merekam sinyal yang dikeluarkan *Phantom* selama 1 menit, 10 menit, 30 menit, dan 1 jam.
4. Catat data *sampling* yang terbaca pada *Software*

3.12.15. Pengujian kapasitas *battery* modul TA

Hubungkan elektroda ke *Phantom* EKG dengan sistem *Lead II* yaitu *Righ Arm (RA)*, *Righ Legh (RL)*, dan *Left Legh (LL)*.

1. Atur *Phantom* EKG dengan nilai *Heart Rate* (BPM) 60 dan *Amplitudo* 1 mV.
2. Pengambilan data kapasitas *battery* dilakukan setelah dilakukan pengisian selama 1 jam, 3, jam dan 5 jam.
3. Modul TA digunakan hingga alat mati, data waktu dicatat ketika awal mulai di gunakan hingga Modul TA mati.

