

PERANCANGAN ALAT PENGUKUR DENYUT JANTUNG MENGGUNAKAN PULSE SENSOR DAN LCD BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328

Anwar Fattah, S.T.,M.TI.¹, Ginanjar Putra Wardana²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Balikpapan,
Jln. Pupuk Raya Gn. Bahagia Balikpapan 76114 INDONESIA

E-mail : ¹anwar.fattah@uniba-bpn.ac.id, ²ginanputra74@gmail.com

Abstract-The heart is one of the main organs in the human body. Normal human heart rate ranges between 60-100 beats per minute. One way to know a person's heart condition is by calculating the heart rate. To know the frequency of the heartbeat we can calculate the manual way that is by putting the tip of the index finger and middle finger on the base of the thumb on the wrist, knee fold, groin, or side of the throat. Calculate heart rate for 15 seconds and multiply this by 4 to determine the heart beats per minute. Design of this tool is expected to make easier the calculation of heart rate with accurate measurement accuracy and can detect heart conditions based on heart rate calculation results. Arduino Uno Atmega 328 and LCD (Liquid Crystal Display) based pulse meter use Pulse Sensor to detect heart rate. Heartbeat data will be processed by Arduino and the results are displayed on the LCD. This study aims to make easier the calculation of the pulse and detect heart conditions. The research held on April until June 2017 at Laboratorium Teknik Elektro Universitas Balikpapan. The study focused to design the heart pulse measurement. Once designed, the tool need to be tested each block of the tool and then whole tool. The result of the tool and the result by manual count got the average value of the difference or error amount 1,2%. Based on the average value of the difference or error can be concluded that the heart rate measuring tool that has been made to work with the exact measurement accuracy.

Keywords: Heartbeat, Arduino Uno Atmega 328, LCD, Pulse Sensor.

Intisari - Jantung merupakan salah satu organ utama pada tubuh manusia. Denyut jantung manusia normal berkisar antara 60-100 denyut per menit. Salah satu cara untuk mengetahui kondisi jantung seseorang adalah dengan cara menghitung frekuensi denyut jantung. Untuk mengetahui frekuensi denyut jantung tersebut kita bisa menghitung dengan cara manual yaitu dengan meletakkan ujung jari telunjuk dan jari tengah pada pangkal ibu jari dipergelangan tangan, lipatan belakang lutut, lipatan paha, atau sisi batang tenggorokan. Hitung denyut jantung selama 15 detik. Hasil yang didapatkan di kalikan 4, maka didapatkan jumlah denyut jantung per menit. Pada perancangan alat ini diharapkan

dapat mempermudah perhitungan denyut jantung dengan tingkat akurasi pengukuran yang tepat dan dapat mendeteksi kondisi jantung berdasarkan hasil perhitungan denyut jantung. Alat pengukur denyut jantung berbasis Arduino Uno Atmega 328 dan LCD (Liquid Crystal Display) menggunakan Pulse Sensor untuk mendeteksi denyut jantung. Data denyut jantung akan diproses oleh Arduino dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dalam perhitungan denyut dan mendeteksi kondisi jantung. Penelitian dilaksanakan bulan April sampai bulan Juni 2017 di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Balikpapan. Penelitian difokuskan pada Perancangan Alat Pengukur Denyut Jantung. Setelah perancangan alat selesai, dilakukan pengujian tiap blok pada alat kemudian dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan alat. Hasil yang diperoleh melalui pengujian keseluruhan alat antara pengukuran secara manual dengan pengukuran hasil alat didapatkan nilai rata-rata selisih atau error secara keseluruhan sebesar 1,2%. Berdasarkan nilai rata-rata selisih atau error tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa alat pengukur denyut jantung yang telah dibuat dapat bekerja dengan tingkat akurasi pengukuran yang tepat.

Kata kunci: Denyut Jantung, Arduino Uno Atmega 328, LCD, Pulse Sensor.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jantung merupakan salah satu organ utama pada tubuh manusia. Fungsi utama dari jantung yaitu memompakan darah keseluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Denyut jantung adalah jumlah waktu yang dibutuhkan oleh denyut jantung per satuan waktu, secara umum direpresentasikan sebagai BPM (*beats per minute*). Denyut jantung manusia normal berkisar antara 60-100 denyut per menit. Denyut jantung ini merupakan parameter untuk menunjukkan kondisi jantung.

Salah satu cara untuk mengetahui kondisi jantung seseorang adalah dengan cara menghitung frekuensi denyut jantung. Untuk mengetahui frekuensi denyut jantung tersebut

kita bisa menghitung dengan cara manual yaitu dengan meletakkan dan tekan ujung jari telunjuk dan jari tengah pada pangkal ibu jari dipergelangan tangan, lipatan belakang lutut, lipatan paha, atau cekungan leher depan atau sisi batang tenggorokan. Hitung denyut jantung selama 15 detik. Hasil yang didapatkan di kalikan 4, maka didapatkan jumlah denyut jantung per menit. Dengan cara tersebut kita bisa menghitung sendiri jumlah denyut jantung namun diperlukan perhitungan secara teliti dalam melakukan pengukuran tersebut (Edward R. Laskowski, M.D, 2015).

Dari kondisi di atas timbulah gagasan untuk merancang suatu alat yang dapat digunakan dengan mudah dan membantu mengukur dan memantau denyut jantung dengan bantuan sensor. Sensor yang digunakan adalah *Pulse Sensor*. Hasil dari pengukuran *Pulse Sensor* akan dikontrol oleh *mikrokontroler* Arduino Uno Atmega 328, kemudian hasil pengukuran akan ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Diharapkan alat ini dapat membantu dan mempermudah dalam perhitungan denyut jantung dengan tingkat akurasi pengukuran yang tepat serta mengetahui kondisi jantung.

Batasan Masalah

Pada penelitian ini, batasan masalah yang akan dibahas adalah :

- Pengukur Denyut Jantung Menggunakan *Pulse Sensor* dan LCD Berbasis Arduino ini menggunakan Arduino Uno tipe Atmega 328.
- Sensor yang digunakan adalah *Pulse Sensor*.
- Output hasil pengukuran denyut jantung ditampilkan melalui layar LCD.
- Output hasil pengukuran pada layar LCD hanya berupa angka dengan satuan BPM (*beats per minute*).

Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah diatas, adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini :

- Merealisasikan rancangan Alat Pengukur Denyut Jantung Menggunakan *Pulse Sensor* dan LCD Berbasis Arduino Uno Atmega 328.
- Mempermudah perhitungan denyut jantung dengan tingkat akurasi pengukuran yang tepat.
- Mendeteksi kondisi jantung berdasarkan hasil perhitungan denyut jantung.

II.LANDASAN TEORI

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Galuh Wahyu Wohingati dan Arkhan Subari (2013), dalam Jurnal "Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan *Pulse Sensor* Berbasis Arduino Uno R3 yang Diintegrasikan dengan *Bluetooth*". Penelitian ini menggunakan Arduino Uno R3 merupakan otak dalam alat ini. *Pulse sensor* akan mendeteksi detak jantung pada manusia dan kemudian data itu diproses oleh Arduino Uno R3. Ketika proses perhitungan detak jantung telah selesai, data kemudian dikomunikasikan secara

serial dan dikirimkan melalui *Bluetooth* menuju *Smartphone Android*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Budi Nugroho (2016), dalam Skripsi "Prototipe Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan *Smartphone* Berbasis Arduino Pada Rumah Sakit Sari Asih". Penelitian ini dibuat menggunakan *Heartbeat Sensor* dengan Arduino sebagai pengolah lalu ditampilkan pada *smartphone android* berupa angka melalui komunikasi *Bluetooth*.

Dari cara kerja alat peneliti sebelumnya, maka dibuat suatu alat pengukur denyut jantung menggunakan *Pulse Sensor* dan LCD berbasis Arduino Uno Atmega 328. Pada alat ini, nilai denyut jantung akan langsung ditampilkan melalui LCD (*Liquid Crystal Display*), sehingga tidak membutuhkan *smartphone* seperti penelitian sebelumnya. Dan juga terdapat LED (*Light Emitting Diode*) sebagai indikator denyut jantung, LED nantinya akan berkedip mengikuti frekuensi denyut jantung kita.

III. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Dalam melaksanakan perancangan dibutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

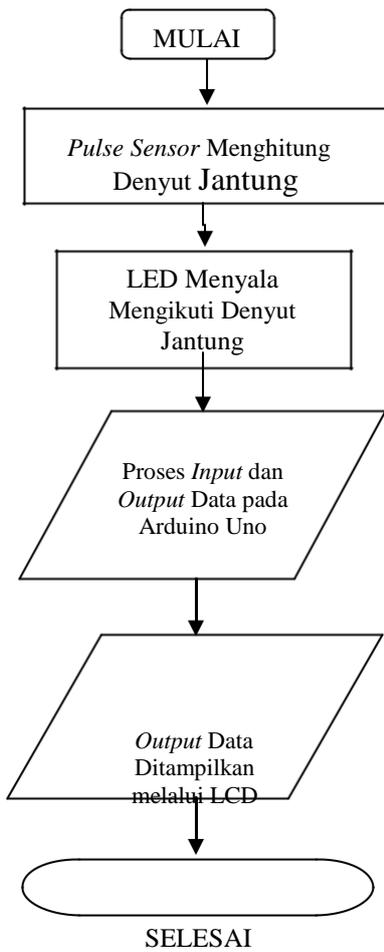
- Laptop atau Komputer
- Arduino Uno Atmega 328 dan Kabel USB
- *Software* Arduino IDE
- LCD (*Liquid Crystal Display*)
- LED (*Light Emitting Diode*)
- *Pulse Sensor*
- Potensiometer
- Kabel *Jumper*
- Akrilik
- Baterai 9V
- Kabel Power Jack 2,1mm

Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan penulis dalam melakukan pengambilan data adalah dengan cara melakukan pengamatan langsung pada denyut jantung bagi orang yang akan menjadi sample pengambilan data.

Sebagai bahan pendukung dalam melakukan penelitian, penulis juga melakukan pengambilan data dari berbagai macam buku dan jurnal yang terkait dengan penelitian ini.

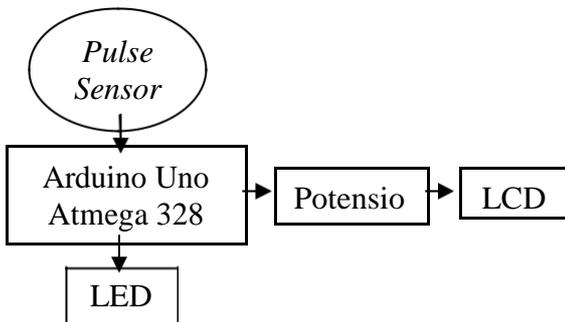
Diagram Alir Cara Kerja Alat



Gambar 1. Diagram Alir Cara Kerja Alat

Blok Diagram Perancangan Alat

Blok diagram dari alat pengukur denyut jantung yaitu :



Gambar 2 Blok Diagram Alat

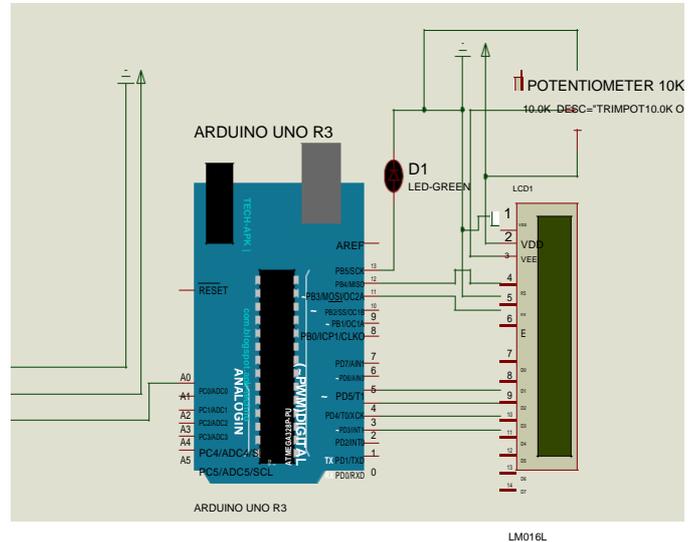
Dari blok diagram tersebut dapat dilihat beberapa bagian utama diantaranya:

- Arduino Uno Atmega 328
- Pulse Sensor

- Potensiometer
- LCD
- LED

Gambar Skematik Rangkaian Alat

Gambar skematik rangkaian alat ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Gambar Skematik Rangkaian

Arduino Uno Atmega 328 akan mengontrol kinerja Pulse Sensor dan LCD. Berikut konfigurasi pin nya yaitu :

1. Menghubungkan Pulse Sensor ke Arduino Uno R3
 - + ke +5V
 - - ke GND
 - S ke A0
2. Menghubungkan LCD ke Arduino Uno R3 :
 - VSS ke GND
 - VDD ke +5V
 - RS ke Pin 12
 - RW ke GND
 - E ke Pin 11
 - D4 ke Pin 5
 - D5 ke Pin 4
 - D6 ke Pin 3
 - D7 ke Pin 2
 - A ke +5V
 - K ke GND
3. Menyambungkan 10K Potensiometer ke LCD :
 - GND ke GND
 - Data ke v0
 - VCC ke +5V
4. Menyambungkan LED ke Arduino :
 - LED1 (Merah, blinkPin) ke Pin 13

Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari alat yaitu dengan menghubungkan baterai 9V ke Arduino dengan menggunakan kabel power jack 2,1mm. Setelah itu, tempelkan jari pada *Pulse Sensor*, *Pulse Sensor* akan mendeteksi dan menghitung denyut jantung dan kemudian data tersebut akan diproses oleh Arduino Uno Atmega 328. Ketika proses perhitungan denyut jantung, LED akan berkedip sesuai dengan frekuensi denyut jantung. Kemudian hasil data yang diproses oleh Arduino Uno Atmega 328 akan langsung ditampilkan pada LCD. Hasil data yang ditampilkan tersebut berupa angka dalam satuan BPM (*beats per minute*).

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengujian Alat

Setelah perancangan alat selesai, penulis akan melakukan beberapa pengujian dan analisa pada alat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah perancangan alat yang telah dilakukan sesuai dengan yang diharapkan. Setiap blok pada alat diuji dan dianalisa.

Pengujian pada Arduino Uno Atmega 328

Pengujian pada Arduino yang dilakukan adalah pengujian terhadap port yang pakai dengan menggunakan multimeter. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah port yang digunakan pada modul Arduino berfungsi dengan baik atau tidak. Digram blok pengujian port pada modul Arduino ini dilakukan seperti pada gambar 4.2

Berikut ini merupakan hasil pengukuran tegangan pada port modul Arduino yang digunakan dan dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 1 Pengukuran pada Port Modul Arduino

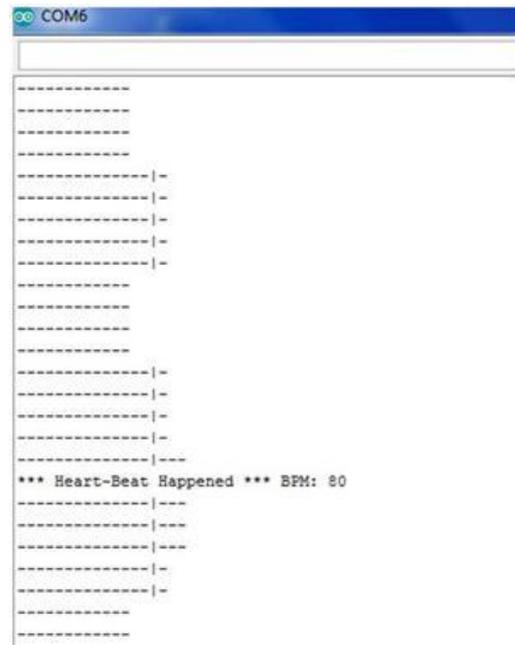
Port Modul	
Arduino	Tegangan (Volt)
Pin 2	5,1V
Pin 3	5,1V
Pin 4	5,1V
Pin 5	5,1V
Pin 11	5,1V
Pin 12 (Ground)	0V
Pin 13	5,1V
Pin 5v	5,1V
Pin Ground	0V

Pada pengukuran tegangan port modul Arduino didapatkan tegangan pada Pin 2,3,4,5,11 dan 13 sebesar 5.1

volt, tegangan pada Pin 12 sebesar 0 volt (karena dihubungkan dengan Ground), tegangan pada Pin 5 volt sebesar 5.1 volt dan Pin Ground sebesar 0 volt. Dari hasil diatas menunjukkan bahwa port yang diukur pada papan arduino dapat berfungsi dengan baik dan tidak rusak.

Pengujian Pulse Sensor

Pengujian pada *Pulse Sensor* ini menggunakan aplikasi Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Pengujian dengan menggunakan Arduino IDE ini bertujuan untuk mengetahui *output* data dari *Pulse Sensor*.



Gambar 4. Tampilan *Output Data Pulse Sensor* melalui Serial Monitor

Gambar 4. merupakan *output data* dari *Pulse Sensor* menggunakan serial monitor pada aplikasi Arduino IDE yaitu dengan cara menempelkan *Pulse Sensor* pada jari. Dari pengukuran tersebut didapatkan nilai denyut jantung dengan satuan BPM (*beats per minute*). Perubahan keluaran nilai BPM akan selalu berubah-ubah dipengaruhi oleh besarnya frekuensi pada denyut jantung.

Pengujian pada LCD (*Liquid Crystal Display*)

Prosedur Pengujian :

- Setelah kita mengetahui bahwa *Pulse Sensor* bisa mendeteksi denyut jantung maka data yang di dapat pada serial monitor dapat kita tampilkan pada LCD.
- Untuk program yang digunakan sama seperti yang digunakan pada pengujian sebelumnya dan yang harus dilakukan untuk bisa menampilkan data ke LCD adalah dengan menghubungkan pin – pin yang ada pada LCD ke Arduino Uno Atmega 328.
- Setelah terhubung semua maka *output* data dari *serial* monitor langsung ditampilkan pada layar LCD.

- Langkah selanjutnya adalah menempelkan *Pulse Sensor* pada jari, jika sensor mendeteksi denyut jantung, *output data* dari *Pulse Sensor* berupa nilai BPM (*beats per minute*) akan langsung ditampilkan pada LCD seperti pada gambar.6.



Gambar 6 Tampilan pada LCD (*Liquid Crystal Display*)

Dari Gambar 6 menunjukkan bahwa LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat berfungsi dengan baik.

Setelah selesai melakukan pengujian setiap blok pada alat, langkah selanjutnya adalah menguji keseluruhan alat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bekerja atau tidaknya alat yang telah dibuat. Dalam pengujian ini, penulis menggunakan dua metode dalam pengujian sebagai perbandingan dalam pengukuran denyut jantung. Dua metode tersebut yaitu pengukuran secara manual dan pengukuran hasil alat.

Pengukuran secara manual yaitu pengukuran denyut jantung dengan cara melihat dan menghitung jumlah kedipan pada indikator LED. Perhitungan ini dilakukan selama satu menit karena satuan yang digunakan berupa BPM (*beats per minute*).

Pengukuran menggunakan hasil alat yaitu pengukuran denyut jantung yang hasil pengukurannya dapat dilihat langsung pada layar indikator LCD.



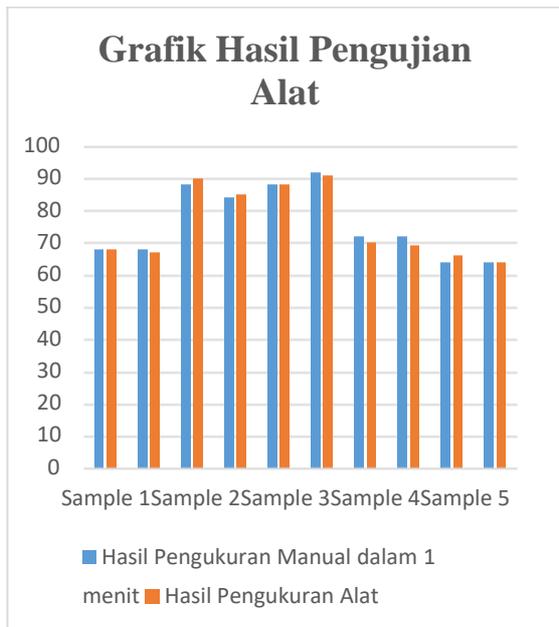
Gambar 7 Tampilan Alat Pengukur Denyut Jantung



Gambar 8 Tampilan Layar LCD Alat Pengukur Denyut Jantung

Tabel 2 Hasil Pengujian Alat

No.	Sample	Hasil Pengukuran Manual dalam 1 menit	Hasil Pengukuran Alat	Error
1	Sample 1	68	68	0
		68	67	1
Rata – rata selisih (<i>Error</i>)				0,5%
2	Sample 2	88	90	2
		84	85	1
Rata – rata selisih (<i>Error</i>)				1,5%
3	Sample 3	88	88	0
		92	91	1
Rata – rata selisih (<i>Error</i>)				0,5%
4	Sample 4	72	70	2
		72	69	3
Rata – rata selisih (<i>Error</i>)				2,5%
5	Sample 5	64	66	2
		64	64	0
Rata – rata selisih (<i>Error</i>)				1%



Gambar 9 Grafik Hasil Pengujian Alat

Dari hasil pengujian diatas, dapat dihitung rata-rata selisih/error hasil pengukuran antara pengukuran secara manual dengan pengukuran hasil alat yang dapat kita lihat pada Tabel 3

Tabel 3 Rata-Rata Selisih/Error Secara Keseluruhan

Sample	Rata-Rata Selisih (Error)
Sample 1	0,5%
Sample 2	1,5%
Sample 3	0,5%
Sample 4	2,5%
Sample 5	1%
Rata-rata selisih secara keseluruhan	1,2%

Dari Tabel 3 terlihat bahwa rata-rata selisih/error pengukuran denyut jantung secara keseluruhan yaitu 1,2%. Selisih pengukuran denyut jantung secara keseluruhan yang relatif kecil tersebut menunjukkan bahwa alat yang telah dibuat bisa dikatakan berfungsi dengan baik sebagai alat pengukur denyut jantung.

Pengambilan Data

Pengambilan Data yang dimaksud penulis adalah mengambil data dari 10 orang yang bersedia untuk diambil hasil denyut jantungnya. 10 orang tersebut terdiri dari 5 orang

pria dan 5 orang wanita dengan variasi umur yang berbeda-beda.

Tujuan dilakukannya pengambilan data ini hanya untuk mengetahui alat buatan penulis dapat berfungsi dengan baik. Dibawah ini merupakan rincian dari 10 orang yang akan diambil hasil denyut jantungnya.

- a. 5 orang yang terdiri dari 2 orang pria dan 3 orang wanita dengan umur 21 sampai 26 tahun.
- b. 2 orang yang terdiri dari 1 orang pria berumur 32 tahun dan 1 orang wanita dengan umur 34 tahun.
- c. 3 orang yang terdiri dari 2 orang pria masing-masing berumur 47 dan 55 tahun dan 1 orang wanita berumur 54 tahun.

Selanjutnya untuk melihat hasil pengambilan data denyut jantung yang telah dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengambilan Data

No	Nama	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Jumlah BPM	Kondisi Jantung
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Anjar	22	Pria	82	Kurang Baik
2	Agung	26	Pria	80	Dibawah Rata-Rata
3	Kasiyanto	32	Pria	64	Baik
4	Antung Amir	47	Pria	68	Diatas Rata-Rata
5	Suhada Salam	55	Pria	74	Rata-Rata
6	Ratna Permata	21	Wanita	81	Dibawah Rata-Rata
7	Fitdiana Rurie Hutamy	25	Wanita	80	Dibawah Rata-Rata
8	Nur Aryani	26	Wanita	88	Kurang Baik
9	Hendrawati	34	Wanita	76	Rata-Rata
10	Fitriyani	54	Wanita	84	Kurang Baik

Pada tabel diatas, terdapat kolom jumlah BPM (*beats per minute*) dan kondisi jantung. Jumlah BPM diperoleh dari hasil pengukuran dengan alat yang dibuat dan untuk mendapatkan kondisi jantung, penulis menggunakan *Top End Sport Resting Heart Rate* dengan mengklasifikasikan variable umur dan jumlah BPM yang didapatkan pada masing-masing jenis kelamin. Dibawah ini merupakan pembahasan dari tabel 4.

- Anjar, jenis kelamin pria berumur 22 tahun dengan jumlah BPM 82, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya kurang baik.
- Agung, jenis kelamin pria berumur 26 tahun dengan jumlah BPM 80, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya berada dibawah rata-rata.
- Kasiyanto, jenis kelamin pria berumur 32 tahun dengan jumlah BPM 64, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya baik.
- Antung Amir, jenis kelamin pria berumur 47 tahun dengan jumlah BPM 68, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya berada diatas rata-rata.
- Suhada Salam, jenis kelamin pria berumur 55 tahun dengan jumlah BPM 74, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya rata-rata atau *average*.
- Ratna Permatasari, jenis kelamin wanita berumur 21 tahun dengan jumlah BPM 81, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya berada dibawah rata-rata.
- Fitdiana Rurie Hutamy, jenis kelamin wanita berumur 25 tahun dengan jumlah BPM 80, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya berada dibawah rata-rata.
- Nur Aryani, jenis kelamin wanita berumur 26 tahun dengan jumlah BPM 88, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya kurang baik.
- Hendrawati, jenis kelamin wanita berumur 34 tahun dengan jumlah BPM 76, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya rata-rata atau *average*.
- Fitriyani, jenis kelamin wanita berumur 54 tahun dengan jumlah BPM 84, dapat disimpulkan untuk kondisi jantungnya kurang baik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan alat, pengujian alat serta pengambilan data pada alat pengukur denyut jantung yang telah dibuat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Alat pengukur denyut jantung menggunakan *Pulse Sensor* dan LCD (*Liquid Crystal Display*) berbasis Arduino Uno Atmega 328 dapat terealisasi dan berfungsi dengan baik walaupun terdapat *error* bila dibandingkan dengan pengukuran secara manual.
2. Pada pengujian keseluruhan alat didapatkan rata-rata selisih/*error* secara keseluruhan yaitu 1,2%. Berdasarkan nilai *error* tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa alat pengukur denyut jantung yang telah dibuat dapat bekerja dengan tingkat akurasi pengukuran yang tepat.
3. Penulis dapat mengklasifikasikan kondisi jantung dengan menggunakan variabel umur, jenis kelamin dan nilai BPM (*beats per minute*) yang diperoleh dari alat.

REFERENSI

- [1] Galuh Wahyu Wohingati, Arkhan Subari, "Alat Pengukur Denyut Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Arduino Uno R3 yang Diintegrasikan dengan Bluetooth", *Jurnal*, Vol. 17 No. 2, April 2013, hlm. 65.
- [2] Nugroho, Budi, "Prototipe Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Smartphone Berbasis Arduino Pada Rumah Sakit Sari Asih", *Skripsi*, Juni 2015, Tangerang. STMIK Raharja
- [3] Muhammad Syahwil. 2013. Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino. Yogyakarta : ANDI
- [4] Arduino,2013,ArduinoUnoR3.<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno/>. (diakses pada 3 Mei 2017)
- [5] Artanto, Dian. 2012. Interaksi Arduino dan LabVIEW. Jakarta: Elex Media. Komputindo. Purwokoto, Ardianto Edi. 1987.
- [6] Riyadi, 2009, "Mengetahui Macam Macam Sensor" Gramedia Jakarta.
- [7] Gitman, Yuri. 2013, Pulse Sensor. <http://www.pulsesensor.com/>. (diakses pada 3 Mei 2017)
- [8] Kho Dickson, 2017, Pengertian Fungsi Potensiometer. <http://teknikelektronika.com/pengertian-fungsi-potensiometer/> (diakses pada 3 Mei 2017)
- [9] Setiawan, Sulhan. 2006 " Karakteristik LCD dan LED ". Andi Yogyakarta.
- [10] Datasheet LCD 16x2 HD44780U. Hitachi Ltd. Jepang. Juli 1998.
- [11] Edward R. Laskowski, M.D, 2010, What's a normal resting heart rate? . <http://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/fitness/expert-answers/heart-rate/faq-20057979> (diakses pada 3 Mei 2017)
- [12] Anonim, 2013, Resting Heart Rate Table.<http://www.topendsports.com/testing/heart-rate-resting-chart.htm> (diakses pada 3 Mei 2017)
- [13] Pearce, Evelyn Pearce, "Anatomy and Physiology for Paramedics", Gramedia, 2007.
- [14] Mybotic, 2016, Pulse Sensor With ArduinoTutorial.www.instructables.com/id/Pulse-Sensor-With-Arduino-Tutorial/ (diakses pada 3 Mei 2017)