

PERANCANGAN ALAT UKUR DENYUT NADI MENGGUNAKAN SENSOR STRAIN GAUGE MELALUI MEDIA BLUETOOTH SMARTPHONE

DESIGNING OF PULSE SENSOR USING STRAIN GAUGE WITH MEDIA BLUETOOTH SMARTPHONE

Ramanta Limantara Sidam¹, Mas Sarwoko Suraatmadja, Ir., M.Sc², Hilman Fauzi S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ramasidam212@gmail.com, ²mas.sarwoko@telkomuniversity.ac.id, ³hilmanfauzitsp@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Penelitian perancangan alat ini membahas tentang pemeriksaan medis yang mengacu pada pengecekan denyut nadi seseorang melalui teknologi yang sekarang ini berkembang pesat di pasaran. Di jaman sekarang ini masih banyak denyut nadi di cek dan di analisis secara manual dengan bantuan dokter atau perawat untuk dapat mengetahui kondisi denyut nadi saat diperiksa, cukuplah merepotkan jika hanya untuk memeriksa denyut nadi harus memerlukan pertolongan dokter atau perawat. Maka daripada itu perancangan alat denyut nadi yang dibuat secara portable dapat menggantikan kinerja dari dokter atau perawat secara manual, sehingga pemeriksaan denyut nadi dapat dipantau sendiri dengan bantuan sensor yang ditempelkan pada jari untuk membantu menganalisis denyut nadi, sehingga hasilnya dapat diketahui oleh pemeriksa dengan melihat langsung dari gadget yang sekarang ini beredar luas di pasaran. Dengan kondisi sekarang ini, peran para ahli begitu penting, sehingga perkembangan alat modern khususnya dalam hal biomedis untuk berbagai macam diagnosa dengan bantuan alat, dapat memudahkan pemeriksa mengecek kondisi denyut nadinya dengan teknologi yang semakin berkembang dewasa ini.

Tugas akhir kali ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi yang ada dengan bantuan sensor pulse sebagai media analisis dengan menghubungkannya pada mikrokontroler sebagai sumber tegangan, selain itu media bluetooth juga disematkan pada mikrokontroler sebagai koneksi untuk mengirim analisa denyut nadi untuk selanjutnya ditampilkan di gadget. Sebagai alat yang dapat menganalisis denyut nadi, maka dari perancangan alat ini nantinya dapat membantu pemeriksa menganalisis sendiri kondisinya dengan cara menempelkan sensor pada permukaan jari yang nantinya dianalisis baik ke komputer terlebih dahulu maupun langsung ke smartphone yang terhubung oleh komunikasi bluetooth sebagai interface dari pembuatan alat modern ini.

Berdasarkan hasil penelitian yang diuji didapatkan pemeriksaan denyut nadi dengan relawan 10 orang didapatkan error sebesar 0,70 %. Dengan perbedaan umur pada tiap orang diperoleh kondisi sebelum beraktifitas yaitu dengan rentang 60 - 100 bpm, adapun perbedaan hasil pengujian baik sebelum dan sesudah beraktifitas tergantung dari keseriusan orang tersebut melakukan aktifitas.

Kata Kunci : Teknologi, Android, Denyut Nadi, Sensor, *Bluetooth*

Abstract

Design of medical device referring to checking pulse rate of a person is growing rapidly in the market. Recently, pulse rate check is done manually by the doctor or nurse to help someone to know the condition. It is impractical to check the pulse rate manually by the doctor or nurse. The design must be portable in order to be able to know the performance of the design before. The patients can monitor their own condition with pulse sensor attached to the index finger to analyze the pulse rate condition. The results can be shown easier with the availability of smartphone in the market especially. In some conditions, the experts is so important to analyze the patient. The development of modern design, especially in the case of biomedical diagnostics can help the examiner to check the pulse rate.

The final project goals are to develop the existing technology which is microcontroller based, bluetooth as a media pinned to the microcontroller to send the information to the smartphone and designing for index finger sensor connected to the computer or smartphone.

Based on the research results obtained by checking the pulse rate of 10 volunteers, it is found that the error average is 0.70 % on the result group. The differences between each age group before the activity is 60 - 100 bpm, while the difference before and after the activity depends on the seriousness of the person for activity.

Keywords: *Technology, Android, Pulse, Sensor, Bluetooth*

1. Pendahuluan

Dalam peralatan medis masa kini dituntut untuk menggunakan metode pendekatan pemecahan masalah didalam memberikan pemeriksaan kepada pasien. Pemeriksaan ini dilaksanakan dengan cara menggunakan proses pemeriksaan berkala, untuk dapat menerapkan proses pemeriksaan lebih lanjut, maka harus memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk merumuskan diagnosa dari pemeriksaan dengan teknologi alat yang sekarang ini berkembang pesat di pasaran. Pengkajian utama yang dapat dilakukan dengan mengetahui kondisi orang adalah dengan pemeriksaan denyut nadi. Pada dasarnya pemeriksaan denyut nadi menggunakan cara sederhana yaitu memeriksa denyut pada pergelangan tangan, seiring dengan perkembangan teknologi pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat, sehingga denyut nadi dapat dimonitor secara visual oleh bantuan teknologi.

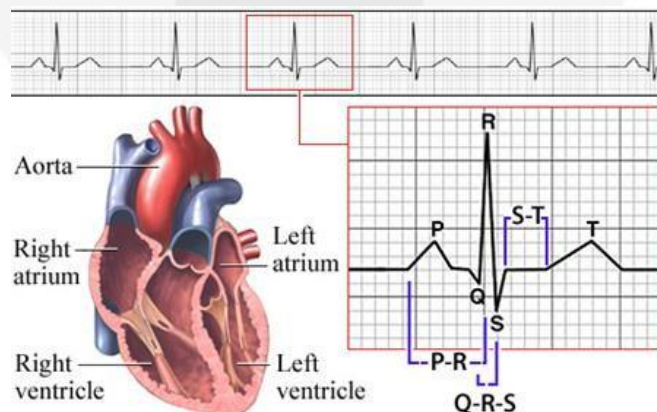
Denyut nadi merupakan hal yang penting bagi kesehatan manusia karena denyut nadi merupakan faktor yang dapat dipakai sebagai indikator untuk menilai kondisi seseorang. Denyut nadi seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor di antaranya adalah kondisi normal maupun tidak normal dan aktivitas fisik yang dapat dilihat setelah pemeriksaan denyut nadi. Dengan mengamati serta mempelajari hasil dari pemeriksaan denyut nadi, maka gambaran mengenai perancangan alat denyut nadi dapat dianalisa. Pada penelitian sebelumnya, perancangan alat ukur denyut nadi menggunakan sensor *pulse* dapat mengukur denyut jantung dengan merekatkan alat pada ujung jari dimana terdapat pembuluh darah yang mengalir merupakan representasi dari frekuensi denyut jantung itu sendiri dengan catatan bahwa jantung tersebut tidak dalam kondisi lemah. Setiap denyut jantung mengubah jumlah cahaya inframerah yang terdeteksi oleh sensor *photodiode* yang menggunakan mikrokontroler untuk mengoperasikannya. Dengan proses pembacaan sinyal secara *visual*, perubahan ini memiliki amplitudo pantulan cahaya yang dapat diubah menjadi denyut nadi yang disebut pulsa. Sinyal ini akan diproses langsung oleh mikrokontroler dalam rentang waktu 2ms *looping* secara berulang. Setelah proses dan perhitungan sinyal selesai, LCD dan layar monitor akan menampilkan nilai pengukuran denyut jantung.

Tugas akhir ini berisi tentang perancangan alat ukur denyut nadi dengan menggunakan sensor *pulse* yang terhubung oleh modul *bluetooth* ke gadget yang sekarang ini beredar luas di pasaran. Tujuannya adalah memberikan informasi pada penggunanya jika ingin mengecek kondisinya pada saat itu. Dengan teknologi yang ada sekarang ini, pengguna dapat melihat kondisi kesehatannya melalui denyut nadi, sehingga kondisinya dapat dipantau dari waktu ke waktu. Perancangan denyut nadi ini berdasarkan sensor *pulse* yang dideteksi pada ujung jari menggunakan arduino dan ditampilkan baik di gadget maupun di layar monitor. Sehingga diharapkan dalam penerapannya dapat memberikan kemudahan dalam dunia medis untuk mengirimkan informasi kondisi kepada pemeriksanya.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Jantung ^[7]

Anatomis jantung merupakan satu organ, namun seperti penjelasan siklus jantung sebelumnya, dalam fungsinya sebagai pompa darah, jantung dapat dianggap sebagai 2 bagian pompa yang terpisah, masing-masing terdiri dari satu atrium ventrikel kiri dan kanan. Berdasarkan sirkulasi dari kedua bagian pompa jantung tersebut, pompa kanan berfungsi untuk sirkulasi paru sedangkan bagian pompa jantung yang kiri berperan dalam sirkulasi sistemik untuk seluruh tubuh. Berikut adalah sistem jantung yang bekerja ketika berdenyut dapat dilihat pada gambar 2.1. Kedua jenis sirkulasi yang dilakukan oleh jantung ini adalah suatu proses yang berkesinambungan dan berkaitan sangat erat untuk asupan oksigen manusia demi kelangsungan hidupnya.



Gambar 2.1 Sistem Jantung^[7]

2.2 Denyut Nadi ^[2]

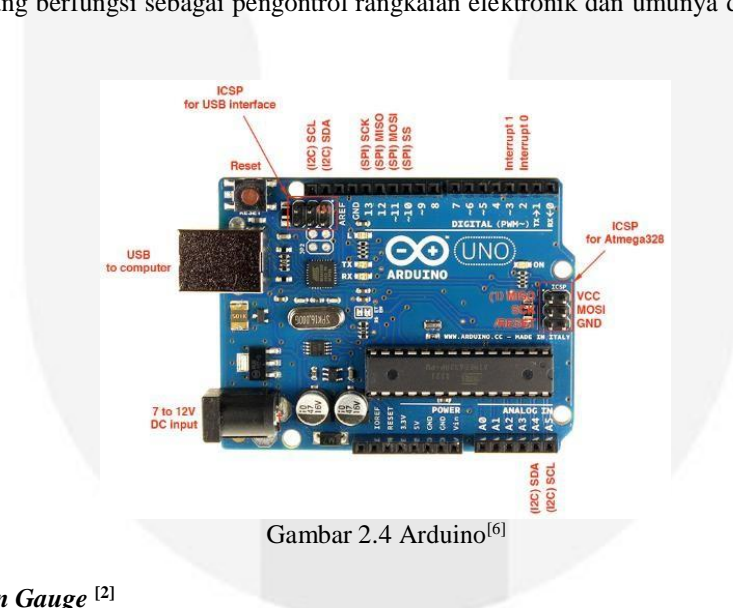
Pada gambar 2.3 terlihat jelas bagaimana cara kerja denyut nadi yaitu dengan pemeriksaan pada pergelangan tangan. Pada umumnya denyut nadi dari *aorta* ke *arteri perifer*. Denyut nadi sebagai informasi kesehatan daripada seseorang yang telah melakukan kegiatan, menjadi indikator tanda kesehatan dari orang tersebut. Adanya indikator penyakit yang disebabkan oleh seseorang dapat juga diketahui dengan pemeriksaan lewat denyut nadi, ada kalanya mengukur denyut nadi untuk mengetahui dalam kondisi normal atau tidak. Misalnya saja pada denyut nadi untuk orang dewasa antara 60 - 100 per menit. Namun, jika melebihi daripada 90 per menit maka tergolong melewati batas denyut nadi orang normal, maka perlu adanya pemeriksaan lebih lanjut.



Gambar 2.3 Denyut Nadi^[4]

2.3 Mikrokontroler ^[6]

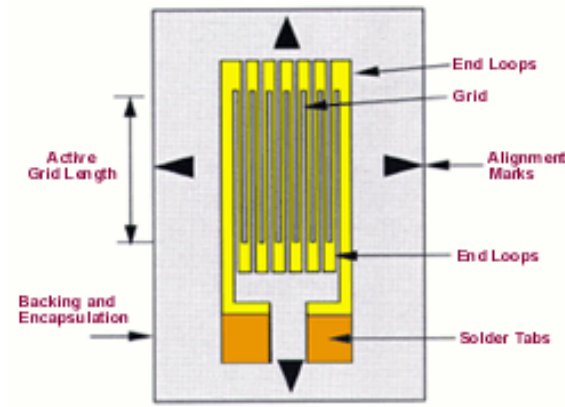
Proses pengecilan komponen terus berlangsung, semua komponen yang diperlukan guna membangun suatu kontroler dapat dikemas dalam satu keping. Maka lahirlah komputer dengan otak chip microcomputer atau disebut juga mikrokontroler. Pada gambar 2.4 dapat dilihat pin dari suatu mikrokontroler. Dengan demikian, mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya.



Gambar 2.4 Arduino^[6]

2.5 Sensor Strain Gauge ^[2]

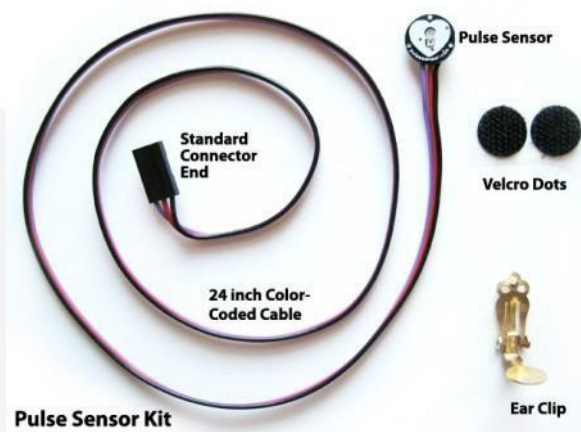
Transduser adalah sebuah alat yang mengubah bentuk daya menjadi bentuk daya lainnya untuk berbagai tujuan termasuk perubahan ukuran atau informasi. Dalam pengertiannya *strain gauge* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tekanan pada objek. Diciptakan oleh Edward E. Simmons dan Arthur C. Ruge pada tahun 1938, jenis yang paling umum dari *strain gauge* terdiri dari bahan isolasi yang fleksibel yang mendukung pola logam foil. Jika obyek cacat, dan juga bahan yang cacat, menyebabkannya hambatan listrik berubah. Perubahan resistansi ini, biasanya diukur dengan menggunakan jembatan Wheatstone, terkait dengan ketegangan dengan kuantitas yang dikenal sebagai faktor pengukur. Berikut gambar 2.6 merupakan *strain gauge* :



Gambar 2.6 Sensor *Strain Gauge*

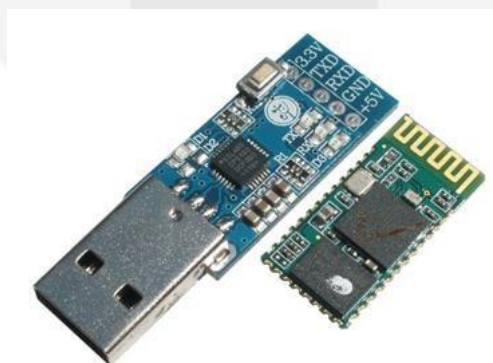
2.6 Pulse Sensor^[3]

Sensor denyut nadi yang dirancang untuk Arduino. Dapat digunakan oleh semua kalangan dengan menggunakan sensor cahaya yang berwarna hijau. Untuk menghindari sengatan listrik ditambahkan komponen dioda pada pengerjaan sensornya, sehingga tidak tersengat saat dipasangkan di jari Filter aktif untuk membuat gelombang pulsa pada Arduino sebagai media keluaran sinyal. Efek dari filter aktif membuat perbedaan dalam keluaran sinyal gelombang yang terlihat. Berikut ini gambar 2.7 merupakan *pulse sensor* :



Gambar 2.7 *Pulse Sensor*

2.7 Modul *Bluetooth*^[3]



Gambar 2.8 *Bluetooth Shield*

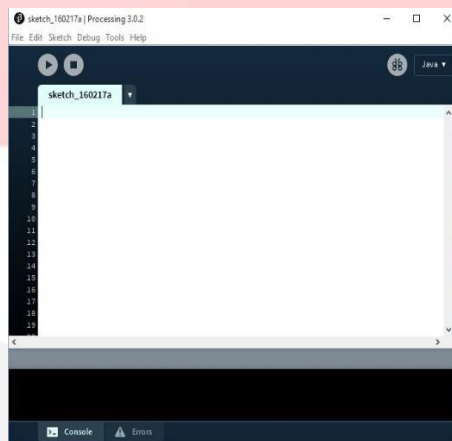
Pada gambar 2.8 teknologi bluetooth ini bukan hanya untuk menggantikan atau menghilangkan penggunaan media kabel dalam melakukan pertukaran data atau informasi, tetapi juga mampu menawarkan fitur yang baik untuk teknologi mobile wireless atau tanpa kabel, dengan biaya yang relatif rendah, konsumsi daya rendah, dan kinerja yang sangat menjanjikan, selain itu pengoperasian yang mudah dan juga mampu menyediakan berbagai macam layanan nirkabel yang memungkinkan pengguna untuk mengirimkan atau menerima informasi data, baik berupa gambar, angka, teks ataupun data lainnya.^[5]

2.9 *Smartphone*^[3]

Smartphone adalah telepon genggam yang menyediakan fitur yang berkemampuan sederhana untuk membuat panggilan telepon. Selama bertahun-tahun, konsep ponsel pintar terus berkembang sebagai perangkat lebih canggih. Ponsel pertama yang harus dipertimbangkan dirancang oleh IBM pada tahun 1992. Diberi nama simon, perangkat membuat penampilan di COMDEX tahun itu, dan ditawarkan kepada publik pada tahun berikutnya. Beberapa fitur yang bermanfaat yang sampai saat itu hanya telah tersedia pada desktop dan laptop yang termasuk dalam fungsi tersebut. Dalam waktu singkat, perangkat ini juga disediakan beberapa game bagi pengguna untuk dinikmati, serta jam dunia yang memungkinkan pengguna untuk melihat waktu di berbagai kota besar di seluruh dunia. Sekarang *smartphone* digunakan untuk berbagai macam pengolahan data hingga mengontrol kesehatan secara *real time*.

2.11 *Application Processing*^[4]

Bahasa pemrograman dan lingkungan pemrograman yang bersifat *open source* untuk memprogram gambar, animasi dan interaksi. Aplikasi ini digunakan oleh banyak kalangan untuk belajar membuat prototipe ataupun produksi. Pemrograman dari tampilan java adalah tampilan pertama dari program. Tampilan pemrograman lain bisa di cari dengan referensi baik dalam program maupun dari sumber yang ada. Berikut gambar 2.12 merupakan program dari *processing* :



Gambar 2.12 Processing Sketch

2.11 *Bluetooth Terminal*^[3]

Komunikasi dengan menggunakan *bluetooth* sebagai media penghubung nirkabel, komunikasi *serial* antara arduino dan android melalui media *bluetooth*. Dinamakan VT-100 *emulator terminal* untuk berkomunikasi dengan perangkat serial menggunakan serial adaptor *Bluetooth*. Berikut adalah *bluetooth terminal* yang ditunjukkan gambar 2.13 adalah sebagai berikut :

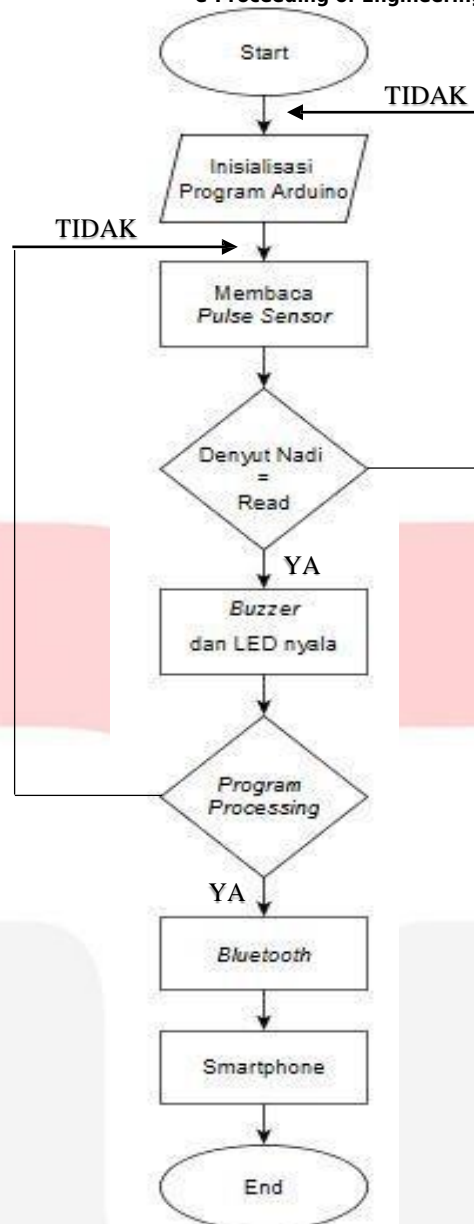


Gambar 2.13 Bluetooth Terminal

3. Pembahasan

3.2 *Flowchart Perancangan Alat*

Dengan menunjukkan Flowchart program alat ukur denyut nadi, maka dapat dilihat pada gambar 3.3 sebagai berikut :



Gambar 3.3 Flowchart Sistem

3.4 Desain Rangkaian Sistem

Dalam perancangan rangkaian alat ukur kali ini *Pulse* sensor sebagai media pengecekan denyut nadi yang mempunyai peran penting diantaranya adalah *velcro finger strap* yaitu sebagai penutup cahaya luar yang masuk dalam pengukuran denyut nadi melalui ujung jari, sehingga cahaya inframerah focus pada titik denyut nadi berada dan dapat diperiksa dengan baik. Berikut adalah desain rangkaian sistem secara keseluruhan yang ditunjukkan pada gambar 3.4 adalah sebagai berikut :

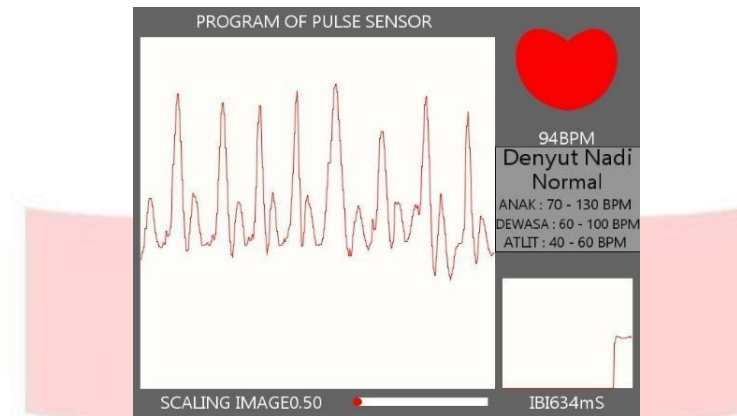


Gambar 3.5 Rancangan Alat

4. Pengujian Sistem

4.8 Pengujian Dengan Aplikasi *Processing*

Dengan menggunakan aplikasi yang diturunkan dari pemrograman java, maka bahasa pemrograman ini dapat membuat gambar sinyal dari denyut nadi serta nilai denyut nadi seseorang. Berdasarkan aplikasi *processing* maka diperoleh hasil analisa denyut nadi yang ditunjukkan dengan gambar 4.1 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.8 Aplikasi *Processing*

4.9 Pengujian Dengan Aplikasi *Smartphone*

Aplikasi yang dipakai merupakan *blueterm*, sebuah aplikasi yang menampilkan komunikasi serial, sehingga dengan mudah digunakan walaupun orang awam yang mengerti kinerja komunikasi *bluetooth*. Aplikasi terminal emulator ini berfungsi untuk komunikasi dengan perangkat serial menggunakan serial adaptor *bluetooth*, misalnya sesama perangkat yang mempunyai *bluetooth* pastinya. *Smartphone* yang dipakai juga memiliki aplikasi ini, sehingga dapat dengan mudah mengukur denyut nadi untuk mengetahui kondisi kesehatan. Berikut adalah tampilan dari *blueterm* pada gambar 4.2 adalah sebagai berikut :

```

80
Denyut nadi :
80
Denyut nadi :
80
Denyut nadi :
81
Denyut nadi :
81
Denyut nadi :
83
Denyut nadi :
81
Denyut nadi :
81
Denyut nadi :
80
Denyut nadi :
84
Denyut nadi :
100
Denyut nadi :
103
Denyut nadi :
113
Denyut nadi :
113
Denyut nadi :
113
Denyut nadi :
115
Denyut nadi :
115
Denyut nadi :
115
Denyut nadi :
100
Denyut nadi :
89
Denyut nadi :
88
Denyut nadi :
88
Denyut nadi :

```

Gambar 4.9 Aplikasi *Blueterm*

4.10 Pengujian Dengan *Pulse Oximeter*

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, pengujian dilakukan dengan menggunakan alat ukur dari penelitian sebelumnya, sehingga didapatkan analisis yang sesuai dengan percobaan. Berikut alat ukur *pulse oximeter* pada pengujian analisis dapat dilihat pada tabel 4.3 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.10 Pulse Oximeter

4.5 Pengujian Alat Ukur Pulse Sensor Dengan Pulse Oximeter

Tabel 4.1 Pengujian Perbandingan Alat Ukur

No.	NAMA	USIA	L/P	Pulse Sensor	Pulse Oximeter	Persentase Error (%)
1.	Reva	19 th	L	84 bpm	84 bpm	0
2.	Rian	21 th	L	69 bpm	68 bpm	1,47
3.	Luthfi	22 th	L	81 bpm	81 bpm	0
4.	Dami	21 th	L	66 bpm	67 bpm	1,49
5.	Ngurah	55 th	L	71 bpm	70 bpm	1,42
6.	Solfina	54 th	P	69 bpm	68 bpm	1,47
7.	Ramanta	24 th	L	81 bpm	81 bpm	0
8.	Yusuf	35 th	L	94 bpm	94 bpm	0
9.	Yudi	34 th	L	66 bpm	66 bpm	0
10.	Akmal	22 th	L	86 bpm	85 bpm	1,17
					Rata - Rata Presentase Error	0,70

Dari tabel 4.1 menunjukkan data pengujian dari 10 orang pemeriksaan baik dilakukan oleh alat ukur pulse sensor dan pulse oximeter didapat nilai denyut bpm dan nilai error dari alat dengan perhitungan alat pulse oximeter (po) dibandingkan dengan pulse sensor (ps), lalu dari keduanya didapatkan hasil kedua selisih, maka tahap selanjutnya menghitung prosentase error (er %) dengan persamaan 4.1 adalah sebagai berikut :

$$Er\% = \frac{|po - ps|}{po} \times 100 \% \dots\dots\dots \{4.1\}$$

4.11 Hasil Pengujian Pembanding Seluruh Alat

Tabel 4.3 Pengujian Berdasarkan Perbandingan Alat

No.	NAMA	USIA	L/P	App. Smartphone	App. Processing	Alat Lain (Pulse Oximeter)
1.	Reva	19 th	L	84 bpm	84 bpm	84 bpm
2.	Rian	21 th	L	69 bpm	69 bpm	68 bpm
3.	Luthfi	22 th	L	81 bpm	81 bpm	81 bpm
4.	Dami	21 th	L	66 bpm	66 bpm	67 bpm
5.	Ngurah	55 th	L	71 bpm	71 bpm	70 bpm
6.	Solfina	54 th	P	69 bpm	69 bpm	68 bpm
7.	Ramanta	24 th	L	81 bpm	81 bpm	81 bpm
8.	Yusuf	35 th	L	94 bpm	94 bpm	94 bpm
9.	Yudi	34 th	L	65 bpm	66 bpm	66 bpm
10.	Akmal	22 th	L	89 bpm	86 bpm	85 bpm
11.	Fauzan	21 th	L	103 bpm	102 bpm	102 bpm
12.	Isya	20 th	L	65 bpm	65 bpm	66 bpm
13.	Izza	21 th	L	87 bpm	89 bpm	85 bpm
14.	Juse	21 th	L	79 bpm	79 bpm	80 bpm
15.	Fitri	26 th	P	88 bpm	88 bpm	88 bpm

4.12 Hasil Pengujian Orang Melakukan Aktifitas dan Tidak Melakukan Aktifitas

Pengukuran berdasarkan aktifitas ini dilakukan oleh beberapa orang sebagai pembandingan dengan alat ukur lain ketika orang itu melakukan aktifitas dan dengan yang tidak melakukan aktifitas, sehingga akan didapat pengujian denyut nadi yang dapat diuji kebenarannya. Berikut adalah hasil pengukurannya :

Tabel 4.4 Pengukuran Sebelum dan Sesudah Aktifitas

No.	NAMA	USIA	L/P	Sebelum Aktifitas	Sesudah Aktifitas
1.	Reva	19 th	L	84 bpm	95 bpm
2.	Rian	21 th	L	68 bpm	85 bpm
3.	Luthfi	22 th	L	81 bpm	90 bpm
4.	Dami	21 th	L	67 bpm	85 bpm
5.	Ngurah	55 th	L	73 bpm	87 bpm
6.	Solfina	54 th	P	70 bpm	90 bpm
7.	Ramanta	24 th	L	81 bpm	95 bpm
8.	Yusuf	35 th	L	94 bpm	96 bpm
9.	Yudi	34 th	L	66 bpm	75 bpm
10.	Akmal	22 th	L	85 bpm	94 bpm
11.	Fauzan	21 th	L	102 bpm	93 bpm
12.	Isya	20 th	L	66 bpm	70 bpm
13.	Izza	21 th	L	85 bpm	90 bpm
14.	Juse	21 th	L	80 bpm	87 bpm
15.	Fitri	26 th	P	88 bpm	89 bpm

4.13 Hasil Pengujian Dan Analisis

Ketika pemeriksaan pada denyut nadi tabel referensi adalah keadaan normal, maka dengan percobaan lebih lanjut menganalisis denyut nadi dengan beberapa pembandingan yang didapatkan langsung dari para pemeriksa maka didapatkan hasil pengujian dan analisis sebagai berikut :

- Dalam pemeriksaan denyut nadi dari beberapa orang dengan umur berbeda - beda dapat dilihat pengujiannya dalam beberapa alat ukur denyut nadi sesuai dengan pengujian dan pemeriksaan orang tersebut.
- Pengujian yang dilakukan dengan beberapa *filter* untuk menampilkan sinyal harus memperhatikan tegangan acuan yaitu tegangan dari arduino sebesar 5v. Filter yang dipakai dalam kasus ini ada tiga tahap. Tahap pertama dengan *low pass filter*, tahap kedua menggunakan *high pass filter*, dan tahap ketiga menggunakan *band pass filter*, semua tahap dilakukan untuk mendapatkan sinyal yang sesuai dengan sinyal EKG.
- Pengujian alat ukur denyut nadi dari berbagai pembandingan alat ternyata berbeda setiap nilainya ini jelas terlihat dari tabel 4.3, faktor ini disebabkan oleh faktor alat dan juga faktor pemeriksaan relawan saat itu.
- Dari hasil pengukuran beberapa orang dengan menggunakan alat ukur denyut nadi yang berbeda, maka didapatkan pengukuran perbedaan nilai *error* sebanyak 0,70 % dari 10 relawan yang diperiksa dapat dilihat pada tabel 4.1. Dan nilai toleransi untuk perbandingan alat adalah 1%
- Hasil pengukuran beberapa orang sebelum dan sesudah olahraga juga didapatkan perbedaan pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.4 yang dapat dibidang berubah cukup signifikan, sesuai dengan keseriusan melakukan aktivitas.

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada perancangan denyut nadi menggunakan *pulse sensor* adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi *processing* dapat membuat perolehan grafik sinyal denyut nadi, sehingga lebih mudah untuk menganalisis denyut nadi seseorang
2. Sinyal yang didapatkan pada rentang umur 19 sampai 54 tahun didapatkan nilai denyut nadi berkisar 60 sampai 100 bpm sesuai dengan kondisi dari faktor alat dan pemeriksaan pada denyut nadi seseorang.
3. Tingkat akurasi pengukuran kepada seseorang lebih cenderung ke arah rileks, apabila saat diukur dalam keadaan tegang maka keakuratan dari sensor dapat berubah - ubah.
4. Hasil yang ditampilkan melalui ponsel dengan aplikasi *processing* tidak jauh berbeda, karena menggunakan komunikasi serial pada penggunaannya sedangkan komunikasi nirkabel pada aplikasi di *smartphone* yang dapat terhubung dengan media *bluetooth*. Sehingga memudahkan pemeriksa mengecek denyut nadinya melalui ponsel yang berkembang di pasaran sekarang ini
5. Sensor denyut nadi yang digunakan merupakan sensor *pulse* yang mudah dalam penggunaannya, sehingga dapat digunakan untuk mengetahui denyut nadi secara *real time*.

6. Deteksi denyut nadi berdasarkan umur perlu dilakukan secara *real time*, sehingga penggunaan kepada orang yang menderita penyakit dapat terpantau.

5.2 Saran

Berdasarkan pengujian dan analisis untuk pengembangan ke depannya dalam pembuatan sensor denyut nadi serta pengkajian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan sensor yang terbilang sangat jauh dari yang diharapkan yakni *pulse sensor* dan *strain gauge* tidak mudah dalam mengaplikasikan suatu sensor yang dapat mengukur denyut nadi seseorang, karena perbedaan fungsi kegunaan.
2. Sensor yang dipakai adalah *pulse sensor*, karena dalam membuatnya hanya membutuhkan pin sinyal, positif dan negatif dari mikrokontroler arduino. *Pulse sensor* juga perlu dilakukan pengkajian ulang terhadap cahaya yang rentan dari luar, sehingga pembacaan dalam pengukuran dapat dianalisis secara jelas dan tepat.
3. Sensor *strain gauge* dalam pengaplikasiannya perlu pengkajian ulang tentang cara mengukur denyut nadi, karena pada bagian aluminium foil, hanya lembaran tipis sehingga menyebabkan cacat atau mudah robek pada lembaran tipisnya.
4. Ada kalanya dalam melakukan pengujian dilakukan monitoring laboratorium terhadap alat yang digunakan, sehingga pengguna lebih mudah dalam pemakaiannya.
5. Dalam pengujian selanjutnya sebaiknya dalam pengukuran denyut nadi berdasarkan umur harus dipertimbangkan dalam dunia medis, apakah orang yang diukur dalam kondisi tegang atau rileks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saleh Akuwan, Anang Budikarso. 2009. *Rancang Bangun Pendeteksi Suhu, Tekanan Darah dan Detak Jantung untuk Medical Check Up*, Prosiding SENTIA, Surabaya.
- [2] Sutresno Adita, 2010. *Detektor Denyut Nadi Dengan Silicon Rubber dan Strain Gauge*, Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV, Semarang.
- [3] Wohingati Galuh Wahyu, Arkhan Subari. 2013. *Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Arduino Uno R3 Yang Diintegrasikan Dengan Bluetooth*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang.
- [4] Niswar Muhammad dkk. 2012. *Aplikasi Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Monitoring Medis Di Daerah Bencana*. Prosiding INSINAS, Makassar.
- [5] Ilango Shivaraman, Pooja Sridhar. 2014. *A Non-Invasive Blood Pressure Measurement using Android Smart Phones*. Journal of Dental and Medical Sciences.
- [6] Sigit Radian, Sugondo Hadiyoso, Achmad Rizal, Koredianto Usman. 2014. *Mini Wireless ECG for Monitoring Athletes' ECG Signal Based on Smartphone*. Journal of Engineering, Telkom University, Bandung.
- [7] Harahap Ahmad Nawawi, Bisman Perangin-angin. 2013. *Sistem Pengukuran Detak Jantung Manusia Menggunakan Media Online Dengan Jaringan WI-FI Berbasis PC*. Journal of FMIPA USU, Medan.
- [8] Jonuarti, Riri. 2013. *Analisis Aliran Darah dalam Stenosis Arteri Menggunakan Model Fluida Casson dan Power-Law*. Jurnal Ilmu Dasar, Padang.
- [9] Kalange A.E., S.A. Gangal. 2007. *Piezoelectric Sensor For Human Pulse Detection*. Defence Science Journal, Pune.
- [10] Kusuma Wahyu, Sendy Frandika. 2014. *Alat Pengukur Jumlah Detak Jantung Berdasar Aliran Darah Ujung Jari*. Prosiding Seminar Ilmiah Nasional, Depok.