

# PEMROSESAN DATA *PULSE SENSOR AMPED* PADA RANCANGAN SISTEM INFORMASI DOKTER DAN PASIEN

Helmy Rahadian<sup>1)</sup>, Zaenal Arifin<sup>2)</sup>

Teknik Elektro Universitas Dian Nuswantoro Semarang  
E-mail: helmyrahadian@dsn.dinus.ac.id<sup>1)</sup>, xzaenal@dsn.dinus.ac.id<sup>2)</sup>

## Abstrak

Denyut jantung adalah salah satu sinyal tubuh yang dipantau untuk mengetahui kondisi kesehatan seseorang. Berkat perkembangan teknologi, pemantauan denyut jantung bisa dilakukan oleh tiap orang namun diagnosis sinyal jantung tetap harus dilakukan oleh dokter atau tenaga medis. Modernitas banyak menyita waktu sehingga perlu alternatif sistem yang bisa menghubungkan perangkat pemantau jantung pribadi dengan dokter. Sebuah perangkat pemantau jantung bisa dibuat dengan pulse sensor amped yang dikombinasikan dengan Arduino Mega 2560. Perangkat ini menghasilkan grafik photoplethysmogram (PPG) yang menggambarkan sinyal denyut jantung. Perangkat ini dilengkapi dengan akses internet sehingga data sinyal jantung dapat disimpan dan dipantau dari jarak jauh. Sebuah sistem informasi terdiri dari FTP dan MySQL server sebagai penyimpan informasi denyut jantung, serta web server berbasis PHP dan Javascript sebagai penampil grafik denyut jantung. Tersedianya sistem informasi yang menghubungkan dokter dan pasien diharapkan dapat membantu proses analisis kondisi kesehatan pasien tanpa mengharuskan pasien bertemu langsung dengan dokter.

Kata kunci: arduino, ftp, mysql, pulse sensor, web

## Abstract

*Heart rate is one of body signals that can be monitored to determine a person's health condition. As modern technology develops, now heart rate monitoring devices are available for everyone but the diagnosis of cardiac signals still should be done by a doctor or medical personnel. In modern era, many people have no time for health check up so an alternative system that can connecting the personal heart rate monitoring device to a doctor is needed. A heart monitoring device can be made with pulse sensor amped attached to an Arduino Mega 2560. This device generates a photoplethysmogram (PPG) graph describing the cardiac signal. This device also has internet access so the data can be save and monitoring remotely. An information system build for this device includes an FTP and MySQL server as data storage server and a web server based on PHP and Javascript as a PPG viewer. The availability of doctors and patient information systems are expected to assist the analysis of patient health condition without requiring the patient to meet with the doctor directly.*

*Keywords: arduino, ftp, mysql, pulse sensor, web*

## I. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan salah satu hal terpenting bagi manusia selain pangan, sandang dan papan. Beberapa faktor yang dapat dipantau atau dimonitor untuk menentukan kesehatan tubuh adalah suhu tubuh, denyut jantung dan pernafasan [1]. Modernitas menyita banyak waktu manusia sehingga sering lupa melakukan *check up* kesehatan ke dokter. Selain itu, alasan lain mereka tidak melakukan *check up* rutin adalah biaya relatif mahal dan karena lokasi dokter atau rumah sakit yang jauh.

Semakin berkembangnya teknologi, makin banyak penelitian yang berusaha membuat alat

pemantauan (*monitoring*) kesehatan yang makin ringkas dan canggih. Alat tersebut bahkan bisa dipakai layaknya pakaian sehari-hari [2][3] dan melakukan pemantauan secara *remote* memanfaatkan jaringan seluler [4] maupun teknologi nirkabel lain seperti RF (*radio frequency*) [5]. Meski demikian, karena keterbatasan pengetahuan terhadap diagnosis data kesehatan, kehadiran dokter tetap diperlukan. Alat pemantau kesehatan seharusnya tidak menggantikan dokter atau ahli kesehatan [6].

Pada penelitian ini, peneliti mengusulkan sistem informasi yang menjembatani interaksi antara pengguna perangkat (masyarakat atau pasien) dan dokter (termasuk pula tenaga medis rumah sakit). Pada tahap awal

penelitian ini dibuat purwa rupa perangkat *monitoring* denyut jantung dengan *pulse sensor amped* yang terintegrasi dengan basis data dan penyimpanan berkas *online*. Pulse sensor dipilih karena sensor ini memerlukan pengambilan dan pemrosesan data yang relatif lebih kompleks serta memiliki keluaran berupa grafik gelombang denyut jantung yang mengandung banyak informasi.

Pengguna memiliki pilihan untuk membagi data yang terekam oleh perangkat kepada dokter yang dipilih atau dipercayai. Fokus pada tahap awal ini adalah bagaimana mengirimkan data dari perangkat dan menampilkannya pada halaman *web* dalam bentuk grafik yang informatif.

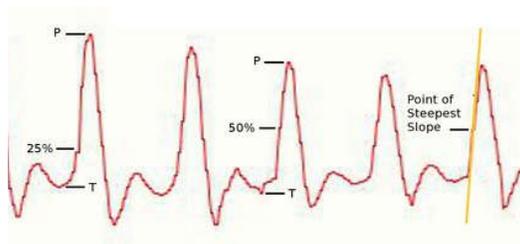
### 1.1 Pulse Sensor Amped [7]

*Pulse sensor amped* (atau disebut *pulse sensor* saja) pada dasarnya adalah sebuah *photoplethysmograph* yang bekerja berdasarkan tanggapan terhadap perubahan intensitas cahaya relatif. Jika jumlah intensitas cahaya yang mengenai *pulse sensor* tetap maka nilai sinyal akan berada di sekitar 512 (nilai tengah rentang ADC 10 bit). Makin besar intensitas cahaya makin tinggi nilai ADC. Sebuah *pulse sensor* ditunjukkan pada Gambar 1.

Sinyal yang dihasilkan oleh sensor menghasilkan gelombang yang dinamakan *photoplethysmogram*(PPG) ditunjukkan pada Gambar 2. PPG dalam dunia medis digunakan untuk pengukuran *respiratory rate* (pernafasan)[8] dan *heart rate* (denyut jantung) [9].



Gambar 1 Pulse sensor amped



Gambar 2. Photoplethysmogram

Saat jantung memompa darah ke seluruh tubuh, setiap denyut yang terjadi disertai dengan munculnya gelombang pulsa seperti gelombang kejut yang merambat melalui arteri hingga ke lapisan kapiler tangan (jemari) tempat *pulse sensor* dipasang. Kecepatan darah mengalir lebih lambat daripada gelombang pulsa. Seperti terlihat pada Gambar 2, setelah titik T, muncul sinyal dengan kenaikan yang tajam, hal ini terjadi karena gelombang pulsa yang merambat melewati *pulse sensor* kemudian sinyal kembali ke kondisi normal.

Penentuan jumlah denyut jantung per menit (BPM = *beat per minute*) dengan sensor ini dilakukan dengan membagi 60000 (dalam milidetik) nilai rata-rata dari sepuluh IBI (*inter beat interval*) yang telah dilalui. IBI adalah selisih waktu antara satu titik dengan titik berikutnya dengan nilai titik tersebut adalah 50% dari nilai P (puncak) dikurangi T (lembah) pada saat grafik terjadi kenaikan tajam.

### 1.2 Arduino Mega 2560 [10]

Arduino Mega 2560 merupakan salah satu varian *microcontroller development board* buatan Arduino. Sebuah *board* Arduino Mega 2560 ditunjukkan oleh Gambar 3.

Arduino Mega 2560 memiliki 16 masukan analog, tiap masukan beresolusi 10 bit (ADC 10 bit). Secara *default*, masukan analog yang dapat diukur mulai dari nol hingga 5 volt, namun pengukuran di luar rentang tersebut masih dapat dilakukan dengan menggunakan pin AREF dan fungsianalogReference(). Masukan analog berperan penting dalam pembacaan nilai tegangan yang dihasilkan oleh *pulse sensor*.



Gambar 3. Arduino Mega 2560

*Pulse sensor* dibaca oleh Arduino Mega 2560 secara periodik dengan frekuensi *data sampling* tertentu. Semakin tinggi frekuensi *sampling* maka semakin baik data yang

dihasilkan. Keperluan sampling data secara periodik ini dipenuhi dengan pengaturan *timer*.

### 1.3 PHP dan Javascript

PHP (*Hypertext Preprocessor*) merupakan bahasa pemrograman internet yang berjalan pada sisi server. PHP banyak digunakan untuk membangun sebuah halaman web karena sifatnya yang dinamis. Banyak programmer web memadukan antara PHP dan HTML dalam membangun website. PHP dapat mengakses server-server seperti MySQL dan FTP. Kode PHP bisa dituliskan dalam file PHP tersendiri maupun disisipkan di file HTML.

Javascript seperti halnya PHP merupakan bahasa pemrograman internet untuk menambahkan unsur dinamis pada sebuah halaman web. Berbeda dengan PHP, Javascript bekerja pada sisi klien (pada *web browser*). Javascript memiliki fitur *high level programming language, client-side, loosely typed* dan berorientasi obyek [11].

Semakin berkembangnya teknologi pemrograman dan makin banyak variasi kebutuhan aplikasi berbasis internet mendorong munculnya *library*(pustaka) PHP maupun Javascript. *Library* adalah sekumpulan paket kode yang dipanggil oleh program utama untuk menjalankan tugas atau fungsi tertentu. Salah satu *library* yang cukup memudahkan dalam pemrosesan data adalah *library* penampil grafik, seperti C3js (*library* Javascript) dan pChart (*library* PHP).

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini fokus pada perancangan sistem pengiriman data *pulse sensor* pada sisi board Arduino serta pemrosesan data tersebut hingga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada komputer secara *online*. Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- Membuat purwarupa modul pembaca *pulse sensor* dan kode programnya pada board Arduino.
- Mengaktifkan FTP server
- Mengaktifkan MySQL server
- Mengaktifkan web server serta pembuatan kode PHP dan JavaScript
- Pengujian sistem

### 2.1 Desain Sistem

#### a. Modul pembaca *pulse sensor*

Modul pembaca *pulse sensor* terdiri dari perangkat keras sebagai berikut:

- Satu buah *pulse sensor*
- Satu buah board Arduino Mega 2560
- Satu buah *ethernet shield* dengan SD card
- Satu buah *ethernet router*

*Pulse sensor* yang merupakan sensor analog dihubungkan dengan pin A0 pada Arduino Mega 2560 sedangkan *ethernet shield* terpasang pada Arduino dengan menempatkannya sesuai dengan posisi soket pin. Arduino membaca *pulse sensor* secara periodik setiap 2 milidetik.

*Ethernet shield* berfungsi menghubungkan Arduino dengan *router* melalui kabel *ethernet* (RJ-45). SD card yang terpasang pada *ethernet shield* digunakan untuk menyimpan data *pulse sensor* (*data logger*) menggantikan memori internal Arduino yang terlalu kecil. Data *pulse sensor* ini disimpan dalam format teks (file .txt) dan salinannya dikirim ke FTP server.

#### b. Server

Selain bagian pembacaan *pulse sensor*, terdapat bagian sistem yang digunakan untuk penyimpanan data secara *online* dan penampil grafik. Bagian ini memerlukan perangkat sebagai berikut:

- FTP server
- Database (MySQL) server
- Web server

*File Transfer Protocol* (FTP) server digunakan untuk menyimpan file teks yang dikirim oleh Arduino. Pengaturan FTP server sebagai berikut:

FTP Username : *pulse@alfaafa.web.id*  
 FTP Server : *ftp.alfaafa.web.id*  
 FTP port : 21

Informasi mengenai file termasuk nama dan informasi tentang kapan file ini dibuat akan disimpan pada database MySQL di database server. Informasi yang disimpan ini menjadi hal yang penting untuk sinkronisasi data oleh pengguna. Konfigurasi MySQL server sebagai berikut:

Hostname : *alfaafa.web.id*  
 Database : *alfaafaw\_pulse*  
 Table : *pulse*

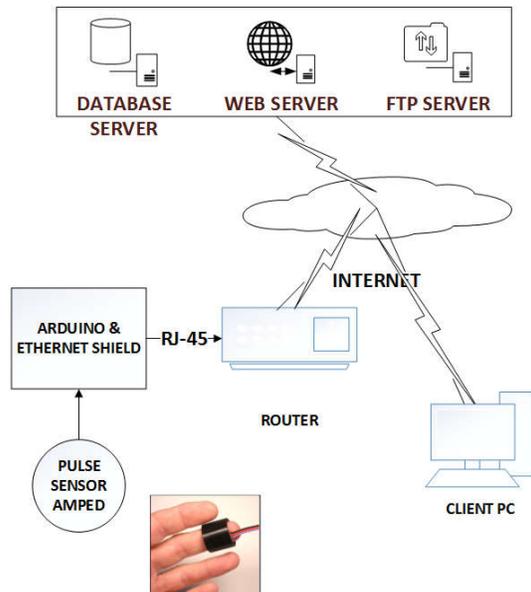
Struktur tabel database ditunjukkan oleh Gambar 4.

Web server dalam hal ini adalah PHP server berfungsi untuk mengambil file yang tersimpan di FTP server. Penyajian dalam bentuk grafik sepenuhnya dikerjakan oleh Javascript (dengan *library* C3js) di sisi klien (PC client).

Diagram blok sistem keseluruhan ditunjukkan oleh Gambar 5.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
1	id	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None
2	date	date			Yes	NULL
3	time	time			Yes	NULL
4	bpm	int(11)		UNSIGNED	Yes	NULL
5	file	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL

Gambar 4. Struktur database



Gambar 5 Diagram rancangan sistem

## 2.2 Desain Perangkat Lunak

Perangkat lunak dibuat untuk perangkat-perangkat berikut ini:

- Arduino Mega 2560, dibuat dengan software Arduino IDE versi 1.6.5.
- Web server, berupa kode program PHP dan Javascript (dengan *library* C3js), dibuat dengan Dreamweaver CS6

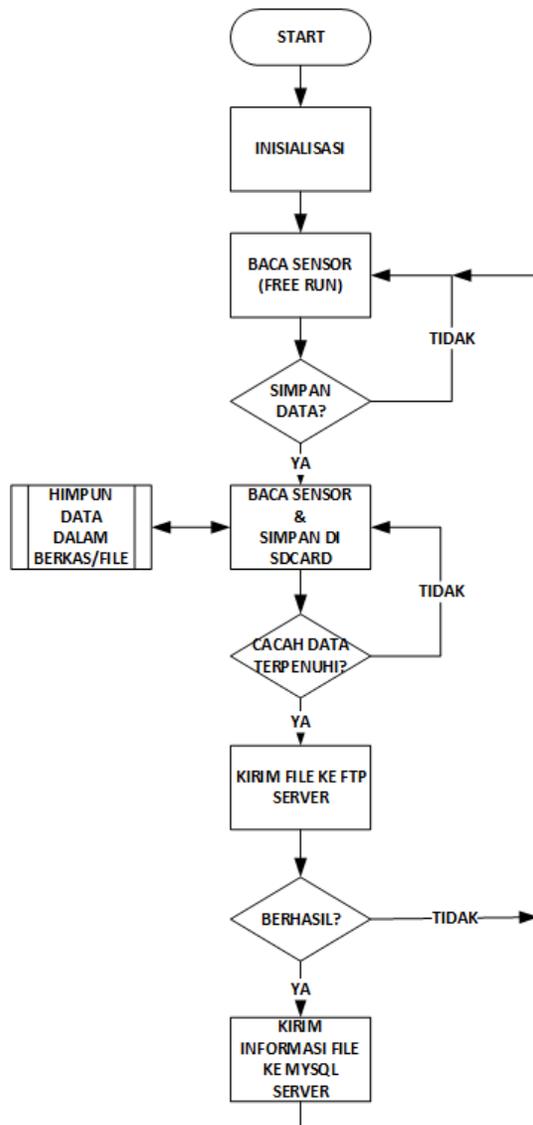
### a. Perangkat lunak Arduino

Perangkat lunak atau kode program Arduino Mega 2560 dibuat dengan memanfaatkan beberapa pustaka yang tersedia seperti untuk mengakses *ethernet shield*, *MySQL server* dan *FTP server*. Program dibuat berdasarkan *flowchart* yang ditunjukkan oleh Gambar 6.

Proses pada Arduino dimulai dengan menginisialisasi semua parameter yang diperlukan seperti alamat IP MySQL server, FTP server, cacah data yang ingin disimpan dan variabel-variabel lainnya. Setelah inisialisasi dilakukan, pengguna dapat memilih menjalankan perangkat dalam mode *free run* (membaca *pulse sensor* terus menerus tanpa menyimpan data) atau memilih menyimpan data pada kartu memori (SD card).

Arduino membaca *pulse sensor* secara periodik setiap dua milidetik (2 ms) memanfaatkan fasilitas *interrupt* pada pewaktu TMR02. Jika pengguna memilih untuk menyimpan data maka banyaknya data yang disimpan di SD card sesuai dengan variabel cacah data yang telah ditentukan saat inisialisasi. Data yang disimpan disusun dalam format "*num,data*" dengan "*num*" adalah urutan pengambilan data dan "*data*" adalah nilai digital hasil konversi ADC dari tegangan keluaran *pulse sensor*.

Setelah cacah data terpenuhi, program akan menghimpun data tersebut dalam berkas/file teks (ekstensi .txt). File ini kemudian disimpan di FTP server. Selanjutnya Arduino menyiapkan informasi file seperti nama file, tanggal dan waktu file dibuat serta informasi nomor identitas perangkat untuk disimpan di database MySQL. Jika file teks gagal disimpan di FTP server maka informasi file tersebut tidak akan dicatat pada database.



Gambar 6. Flowchart program Arduino Mega 2560

b. File PHP dan Javascript

File PHP dan Javascript diperlukan oleh web server untuk menanggapi permintaan yang datang dari komputer/PC *client*. Terdapat 3 buah file PHP yaitu *index.php*, *infodb.php* dan *graph.php*.

File *index.php* berfungsi sebagai halaman utama *web* untuk menampilkan tabel berisi informasi file yang telah tercatat di MySQL server. Daftar ini diperoleh dengan memanggil dan menjalankan kode program pada *infodb.php*. Jika salah satu file teks dipilih maka *index.php* akan menghubungi FTP server untuk mengambil file teks tersebut.

Selanjutnya *graph.php* akan melanjutkan proses mengolah data pada file teks. Pada

tahap ini, kode Javascript yang di-include-kan pada *graph.php* mengurai data-data pada file teks untuk digambarkan pada koordinat kartesian membentuk grafik *photoplethysmogram* yang menggambarkan gelombang/sinyal denyut jantung.

2.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk setiap perangkat, dimulai dari *pulse sensor* dan Arduino Mega 2560 beserta *ethernet shield* serta pengujian pada kode program file PHP dan Javascript yang ter-install di web server. Langkah-langkah pengujian:

a. Pengujian pulse sensor dan Arduino Mega 2560

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja Arduino dalam membaca *pulse sensor* dan memastikan rutin-rutin program pembaca sensor telah bekerja dengan baik.

*Pulse sensor* dipasang pada ujung jari pengguna. Data yang terbaca ditampilkan dalam bentuk grafik gelombang denyut jantung memanfaatkan aplikasi bernama “*Processing*”. Grafik yang ditampilkan oleh aplikasi “*Processing*” dibandingkan dengan beberapa contoh grafik gelombang denyut jantung yang dicantumkan pada *website* pembuat *pulse sensor*.

b. Pengujian transmisi data melalui ethernet shield

Ada dua transmisi yang dilakukan oleh sistem yaitu pengiriman file teks ke FTP server dan pengiriman informasi yang berkaitan dengan file teks tersebut ke MySQL server. Pengujian ini masih terkait dengan pengujian pertama dan bertujuan untuk memastikan komunikasi antara Arduino dan server-server berlangsung dengan baik. Layanan internet yang digunakan tidak termasuk dalam pengujian. Pada pengujian ini file teks berisi 6000 data *sampling* setara dengan 12 detik *sampling time*.

c. Pengujian kode program pada server

Pengujian terhadap tiga perangkat server lebih difokuskan pada kode program yang dituliskan pada file PHP dan Javascript. Pengujian bertujuan untuk memastikan data dan file yang dikirimkan ke server (MySQL dan FTP) telah disimpan dan berhasil digambarkan ke dalam sebuah grafik.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

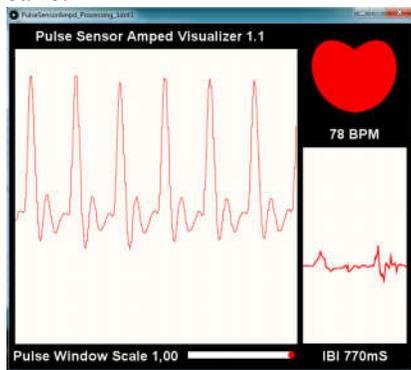
#### 3.1 Hasil Pengujian

##### a. Pengujian pulse amped sensor dan Arduino Mega 2560

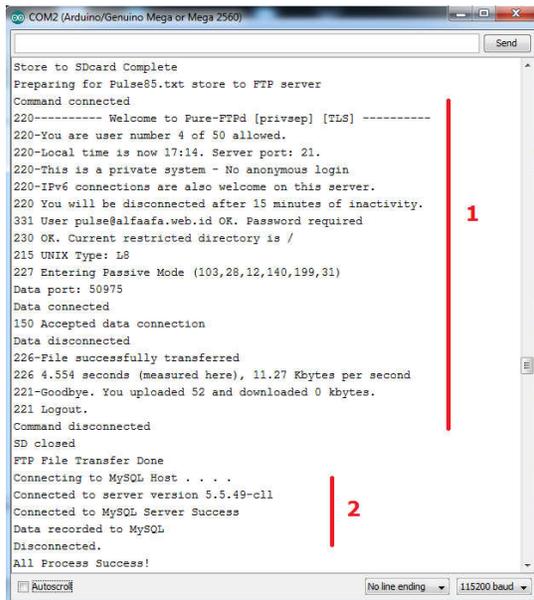
Pengujian ini menghasilkan sebuah grafik gelombang denyut jantung yang ditunjukkan oleh Gambar 7. Grafik ini merupakan hasil *plotting* oleh perangkat lunak *Processing*.

##### b. Pengujian transmisi data melalui ethernet shield

Hasil pengujian dapat dilihat melalui status koneksi dan transmisi data pada jendela terminal Arduino seperti ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 7. Grafik gelombang denyut jantung ditampilkan pada aplikasi *Processing*



Gambar 8. Proses dan status koneksi

Penjelasan dari Gambar 9, baris-baris yang ditunjukkan oleh bagian 1 merupakan proses dan status koneksi antara Arduino dengan FTP

server. Sedangkan pada bagian 2, merupakan proses dan status koneksi Arduino dengan MySQL server.

##### c. Pengujian kode PHP dan Javascript

Kode PHP dalam file-file PHP maupun Javascript yang disimpan di web server memproses file teks yang diambil dari FTP server dan mengubahnya menjadi grafik pada halaman web *pulse.alfaafa.web.id*. Salah satu grafik hasil pemrosesan data *pulse sensor* (file *Pulse97.txt*) ditunjukkan oleh Gambar 9.

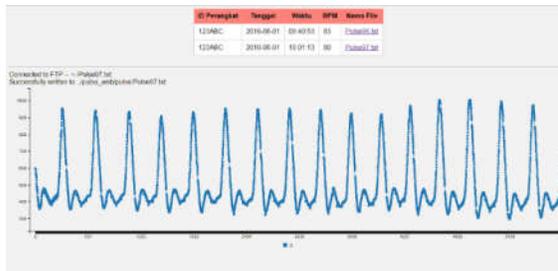
#### 3.2 Pembahasan

##### a. Pulse sensor

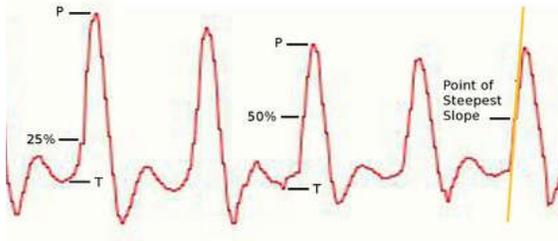
*Pulse sensor* dibaca oleh Arduino Mega 2560 secara periodik setiap 2 milidetik. Nilai periode ditentukan untuk memperoleh pola gelombang denyut jantung yang semirip mungkin dengan aslinya. Periode yang terlalu kecil akan menghasilkan gambar yang berbeda dan dapat mempengaruhi hasil diagnostik dokter.

Sebuah pengujian perlu dilakukan untuk memastikan *pulse sensor* dalam kondisi baik. Data yang terbaca oleh Arduino dikirim secara serial ke komputer melalui *port* USB dan ditampilkan ke layar komputer oleh program *Processing*.

Gelombang *photoplethysmogram* yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan gambar gelombang acuan. Gelombang hasil pengujian (Gambar 9) terlihat memiliki pola yang sama dengan gelombang acuan (Gambar 2) sehingga dapat dikatakan *pulse sensor* yang dipakai dalam penelitian ini dalam kondisi baik.



(a)



(b)

Gambar 9. Pola PPG (a) hasil pengolahan data *pulse sensor* yang ditampilkan pada halaman web, (b) pola acuan

b. Transmisi data

Proses yang terjadi setelah pembacaan *pulse sensor* adalah transmisi data. Selama proses ini, Arduino berhenti membaca *pulse sensor*. Arduino mengambil data yang telah dibuat dalam bentuk file teks dari SD card yang terpasang di *ethernet shield*. Arduino melakukan komunikasi dengan dua buah server, FTP server untuk menyimpan file teks dan MySQL server untuk menyimpan informasi file teks.

Hasil pengujian transmisi data seperti terlihat pada Gambar 8 menunjukkan bahwa proses transmisi baik pengiriman file teks ke FTP server (bagian 1) dan pengiriman informasi ke MySQL server (bagian 2) telah berhasil dengan baik. Transmisi pertama yang dikerjakan adalah pengiriman file teks ke FTP server. Jika proses ini gagal, informasi file teks tidak akan dikirim ke MySQL server, sebaliknya jika proses ini berhasil Arduino akan melakukan transmisi kedua yaitu mengirim informasi file teks ke MySQL server.

Faktor utama yang mempengaruhi proses transmisi adalah kualitas layanan internet dari ISP (*Internet Service Provider*), selain itu harus dipastikan bahwa *router* yang dipakai tidak memiliki pengaturan *firewall* yang mengblokir komunikasi Arduino ke server.

Pada penelitian ini, kualitas layanan internet ISP tidak menjadi bagian dalam pembahasan.

c. Kode PHP dan Javascript

Sebagai sebuah sistem informasi, peranan PHP dan Javascript menjadi sangat penting karena berkaitan langsung dengan penyampaian informasi ke *user* (baik pasien maupun dokter). Kode PHP bertugas menampilkan daftar file teks yang tersedia dan mengumpukan file tersebut ke Javascript untuk ditampilkan dalam bentuk grafik.

Hasil pengolahan teks berupa grafik *photoplethysmogram* (Gambar 9). Grafik ini menunjukkan hubungan antara *t* (sumbu horisontal) dan *d* (vertikal). Nilai *t* merupakan cacahan data dimulai dari 0 hingga nilai cacahan yang ditentukan oleh *user*. Setiap perubahan satu nilai cacahan mewakili perubahan waktu 2 milidetik sehingga apabila jumlah cacahan maksimal adalah 6000 berarti pengambilan data *pulse sensor* berlangsung selama 12 detik. Pada sumbu vertikal, *d* adalah nilai digital hasil konversi tegangan yang dikeluarkan oleh *pulse sensor*.

Berdasarkan grafik yang dihasilkan oleh sistem ini, terlihat pola grafik sudah cukup sesuai dengan pola denyut jantung yang menjadi acuan. Selain grafik, pengguna juga dapat memperoleh informasi jumlah BPM. Selanjutnya, grafik yang dihasilkan ini dapat dianalisis lebih lanjut oleh dokter.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Data *pulse sensor* dapat disimpan dan diakses secara *online*.
2. Kode PHP dan Javascript dapat digunakan untuk memproses data *pulse sensor* dan menampilkannya dalam bentuk grafik *photoplethysmogram* secara *online*.
3. Grafik *photoplethysmogram* yang ditampilkan memiliki kesesuaian pola dengan gambar gelombang denyut jantung acuan.

Saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya diantaranya:

1. Memperbaiki informasi grafik sehingga memenuhi standar untuk dapat digunakan sebagai bahan diagnosis.

2. Dapat dikembangkan sistem informasi yang lebih lengkap seperti mekanisme pertukaran data pasien dan dokter yang berbasis akun.
3. Pembuatan aplikasi pada *smartphone*.
4. Menambah mobilitas perangkat dengan mengganti *ethernet shield* menjadi *wi-fi shield* untuk terhubung dengan internet.
5. Menambah tipe sensor untuk mengukur sinyal kondisi tubuh yang lain seperti temperatur dan tekanan darah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rizal, M. A. Riyadi, and Darjat, "FPGA-based system for continuous monitoring of three vital signs of human body," in *2015 2nd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 2015, pp. 221-226.
- [2] M. Guler and S. Ertugrul, "Measuring and Transmitting Vital Body Signs Using MEMS Sensors," in *RFID Eurasia, 2007 1st Annual*, 2007, pp. 1-4.
- [3] K. Young Hwan, J. Kuk-Jin, L. Seung-chul, P. Chang Won, and Y. Hee Yong, "A robust wearable health monitoring system based on WSN," in *2013 IEEE 10th Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)*, 2013, pp. 288-293.
- [4] B. M. Jang, Y. K. Lee, and S. K. Yoo, "Development of the portable monitoring system based on Wireless Body Area Sensor Network for continuous acquisition and measurement of the vital sign," in *2008 Digest of Technical Papers - International Conference on Consumer Electronics*, 2008, pp. 1-2.
- [5] A. N. Parks, A. P. Sample, Y. Zhao, and J. R. Smith, "A wireless sensing platform utilizing ambient RF energy," in *Biomedical Wireless Technologies, Networks, and Sensing Systems (BioWireless), 2013 IEEE Topical Conference on*, 2013, pp. 154-156.
- [6] L. V. Critien, A. S. Khuman, J. Carter, and S. Ahmadi, "A rule based system for diagnosing and treating chronic heart failure," in *2014 14th UK Workshop on Computational Intelligence (UKCI)*, 2014, pp. 1-6.
- [7] J. Murphy and Y. Gitman. (2016, 23 Mei). *PULSE SENSOR AMPED*. Available: <http://pulsesensor.com/pages/pulse-sensor-amped-arduino-v1dot1>
- [8] N. A. Zainudin, W. Mansor, K. Y. Lee, N. H. M. Sani, and S. A. Mahrim, "Respiratory rate of photoplethysmogram signal from anaesthetic patients," in *Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), 2015 IEEE Symposium on*, 2015, pp. 171-174.
- [9] A. Ave, H. Fauzan, S. R. Adhitya, and H. Zakaria, "Early detection of cardiovascular disease with photoplethysmogram(PPG) sensor," in *Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2015 International Conference on*, 2015, pp. 676-681.
- [10] Arduino. (2016, 24 Mei). *Arduino MEGA 2560 & Genuino MEGA 2560*. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- [11] Andre. (2014, 9 June). *Tutorial Belajar JavaScript Part 1: Pengertian dan Fungsi JavaScript dalam Pemrograman Web*. Available: <http://www.duniaikom.com/tutorial-belajar-javascript-pengertian-dan-fungsi-javascript-dalam-pemrograman-web/>