

Desain Sistem Internet of Things (IoT) Untuk Pemantauan Dan Prediksi Gejala Serangan Jantung

Heri Arya Supriyatna^{#1}, Yuwaldi Away^{#2}, Zulhelmi^{#3}

[#]Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia

¹heri.arya909@gmail.com

²yuwaldi@unsyiah.ac.id

³zulhelmi@unsyiah.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi saat ini sudah berkembang pesat khususnya di bidang medis dengan adanya salah satu alat medis yaitu *electrocardiograf* (ECG) yang dapat mendeteksi detak jantung serta dapat mengetahui kondisi kesehatan jantung manusia. Namun *electrocardiograf* ini tergolong alat yang relatif mahal dikarenakan produksinya terbatas, serta penggunaan yang cukup spesifik dan terdapat pada rumah sakit - rumah sakit yang memiliki fasilitas cukup lengkap. Oleh karena itu diperlukan realisasi sebuah alat dengan sistem *electrocardiograf* yang relatif murah dengan berbasis internet agar dapat digunakan bagi seseorang yang ingin mengetahui kondisi kesehatan jantungnya tanpa harus datang ke rumah sakit. Alat ini dirancang dengan menggunakan sistem *electrocardiograf* berbasis *internet of things* yang dapat memantau kondisi kesehatan jantung seseorang secara jarak jauh serta memprediksi tanda-tanda ataupun gejala serangan jantung agar dapat dilakukan antisipasi lebih dini. Desain sistem *electrocardiograf* berbasis *internet of things* menggunakan beberapa perangkat yang terdiri dari sensor *electrocardiograf* (ECG) AD8232 yang diintegrasikan dengan wemos d1 mini berbasis mikrokontroler ESP8266 berfiturkan modul *wifi* agar dapat mengirimkan data sensor ECG berdasarkan pengukuran secara langsung ke server thingspeak melalui jaringan internet sehingga hasil dari pengukuran tersebut dapat ditampilkan dan dilihat pada channel di server thingspeak. Jika pada saat pengukuran secara langsung mendeteksi gejala serangan jantung maka buzzer akan berbunyi sebagai tanda peringatan dini kepada pengguna serta hasil dari pengukuran tersebut dikumpulkan dan diolah untuk memprediksi gejala serangan jantung.

Kata Kunci— Electrocardiograf, Detak Jantung, Elektroda, Mikrokontroler, Internet.

I. PENDAHULUAN

Jantung merupakan salah satu organ penting di dalam tubuh manusia yang memiliki fungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh dan perlu diketahui kondisi kesehatannya. Banyaknya penderita penyakit jantung pada saat ini menjadi suatu alasan perlu dilakukannya pengukuran terhadap kondisi kesehatan jantung. Kecepatan detak jantung diukur dalam satuan waktu yang dinyatakan dalam *beats per minute* (bpm).

Kecepatan detak jantung orang dewasa yang normal berkisar antara 60 sampai 100 bpm. Kelainan detak jantung dapat terjadi ketika kecepatannya kurang dari 60 bpm yang dikenal sebagai bradikardia. Selain itu, kelainan detak jantung juga dapat terjadi ketika kecepatannya melebihi 100 bpm yang dikenal sebagai takikardia [1]. Oleh sebab itu diperlukan sebuah alat medis yang dapat memantau kesehatan jantung seseorang dan salah satu dari alat tersebut adalah *electrocardiograf* (ECG). *Electrocardiograf* merupakan alat yang dapat memantau aktivitas kelistrikan jantung yang normal ataupun tidak normal, mendeteksi adanya gejala-gejala penyakit pada jantung, dan sebagainya.

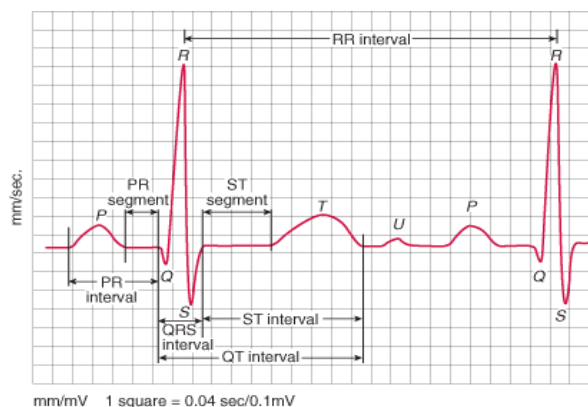
Alat *electrocardiograf* umumnya tersedia di rumah sakit dan memerlukan waktu serta biaya bagi seseorang yang ingin melakukan pemeriksaan kondisi kesehatan jantungnya jika dilakukan secara rutin. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu pengembangan perangkat dengan sistem *electrocardiograf* yang relatif murah dengan berbasis *internet of things* yang dapat digunakan secara individu serta dapat dipantau dari jarak jauh tanpa harus datang ke rumah sakit. Perangkat dengan sistem *electrocardiograf* berbasis *internet of things* ini diharapkan dapat berfungsi sebagai alat yang dapat memantau kondisi kesehatan jantung seseorang secara jarak jauh serta mampu memberikan prediksi gejala serangan jantung agar dapat dilakukan antisipasi lebih dini.

II. DASAR TEORI

A. *Electrocardiogram*

Electrocardiogram (ECG/EKG) adalah suatu rekaman sinyal EKG yang dihasilkan oleh aktivitas kelistrikan jantung. Sinyal EKG direkam menggunakan alat elektrokardiograf dengan meletakkan elektroda - elektroda ke berbagai permukaan tubuh (sadapan/leads) yang berfungsi sebagai perangkat yang merekam aktivitas listrik pada jantung yang dihantarkan ke permukaan tubuh. Hasil dari alat elektrokardiograf tersebut adalah hasil rekaman sinyal bioelektrik pada jantung berupa sinyal EKG yang terdiri dari sinyal gelombang P, Q, R, S, T yang digunakan untuk

mendiagnosa keadaan jantung seseorang dalam kondisi normal ataupun tidak normal [2].



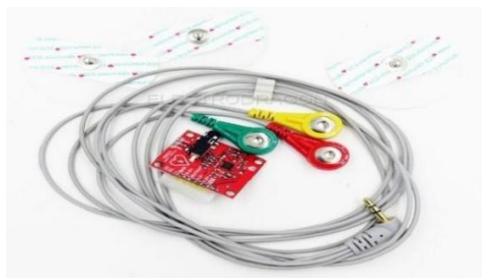
Gambar 1. Kertas Grafik dan Sinyal EKG [3]

Pada Gambar 1 adalah bentuk kertas grafik dan sinyal EKG. Pada kertas grafik adalah kertas yang digunakan untuk mencatat grafik dari sinyal EKG yang terdiri dari sinyal gelombang P, Q, R, S, T yang sudah direkam oleh alat elektrokardiograf. Karakteristik dari kertas grafik tersebut adalah memiliki garis horizontal yang menggambarkan waktu $1 \text{ mm} = 0,04 \text{ detik}$, jika $5 \text{ mm} = 0,20 \text{ detik}$, memiliki garis vertikal yang menggambarkan voltase $1 \text{ mm} = 0,1 \text{ milivolt}$, jika $10 \text{ mm} = 1 \text{ milivolt}$. Pada Sinyal EKG adalah hasil rekaman yang sudah tercatat pada kertas grafik dalam bentuk sinyal EKG yang terdiri dari sinyal gelombang P, Q, R, S, T. Karakteristik dari sinyal EKG normal yaitu pada gelombang P adalah gelombang pertama kali terlihat dengan adanya defleksi positif yang timbul karena depolarisasi atrium dari nodus sinotrial ke nodus atrio ventrikular dengan amplitudo $< 0,3 \text{ mV}$. Pada gelombang Q adalah defleksi negatif pertama sesudah gelombang P yang mendahului defleksi R lalu dibangkitkan oleh depolarisasi permulaan ventrikel yang memiliki amplitudo 25% dari R. Pada gelombang R adalah defleksi positif pertama sesudah gelombang P yang ditimbulkan oleh depolarisasi utama ventrikel yang memiliki amplitudo $1,6 - 3 \text{ mV}$. Pada gelombang S adalah defleksi negative sesudah defleksi R dengan keseluruhan depolarisasi ventrikel ini membangkitkan gelombang QRS kompleks. Pada gelombang T adalah gelombang yang timbul oleh depolarisasi ventrikel dengan amplitudo $0,1 - 0,5 \text{ mV}$. Karakteristik Interval EKG normal yaitu pada interval P-R adalah waktu antara permulaan gelombang P dengan awal kompleks QRS dengan durasi $0,12 - 0,20 \text{ detik}$. Pada interval Q-T adalah waktu depolarisasi dan repolarisasi ventrikel yang diukur dari awal gelombang Q sampai akhir gelombang T dengan durasi $0,35 - 0,44 \text{ detik}$. Pada interval S-T adalah waktu dari akhir gelombang S sampai dengan akhir gelombang T dengan durasi $0,05 - 0,15 \text{ detik}$. Pada Interval Q-R-S adalah waktu depolarisasi ventrikel yang diukur dari awal gelombang Q ke R sampai akhir gelombang S dengan durasi $0,06 - 0,10 \text{ detik}$ dan pada interval R-R adalah jarak serta waktu antar gelombang R ke R. Karakteristik Segment

EKG normal yaitu pada Segment P-R adalah jarak yang dibentuk dari akhir gelombang P sampai dengan awal kompleks QRS dan merupakan penentu garis isoelektris. Segmen S-T adalah jarak yang dibentuk antara akhir dari gelombang S dan awal dari gelombang T dimana menunjukkan waktu antara depolarisasi ventrikel dan awal dari repolarisasi ventrikel [4].

B. Sensor ECG AD8232

Sensor ECG (*Electrocardiograf*) AD8232 merupakan sensor yang dirancang dan dipakai pada mikrokontroler arduino maupun raspberry pi dengan tujuan untuk memonitoring detak jantung seseorang. Sensor ECG AD8232 adalah sensor yang terdiri dari satu probe ECG dan tiga elektroda dengan gel serta modul ECG AD8232 yang digunakan untuk mengukur aktivitas kelistrikan jantung berupa sinyal bioelektrik yang terjadi pada tubuh manusia. Sistem kerja dari sensor ECG AD8232 yaitu dengan mendeteksi sinyal bioelektrik pada otot jantung dan mengirimkan hasil pengukuran berupa sinyal analog. Selanjutnya sinyal analog tersebut dikirimkan ke mikrokontroler agar diubah menjadi sinyal digital sehingga dapat diproses oleh mikrokontroler dan hasil keluaran dari sensor tersebut berupa sinyal EKG dari data digital yang dapat ditampilkan menggunakan layar monitor [5].



Gambar 2. Bentuk Fisik Sensor ECG AD8232 [6]

C. Internet of Things

Internet of Things atau dikenal dengan IoT adalah teknologi yang diterapkan untuk menyatukan semua perangkat melalui media internet, tanpa perlu terhubung secara langsung dengan manusia. Peran manusia dalam *internet of things* adalah mengontrol benda atau perangkat IoT tersebut dari jarak jauh melalui perangkat elektronik yang dapat terhubung dengan internet seperti smartphone, komputer, dan lain-lain. Syarat perangkat yang dapat dikatakan *internet of things* adalah perangkat yang dipasangkan chip mikrokontroler yang telah diprogram dan perangkat tersebut dapat terhubung dengan *smartphone* pengguna melalui internet. Gagasan akan konsep teknologi *internet of things* pertama kali ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Seiring berkembangnya teknologi saat ini, banyak perusahaan besar di dunia mulai mendalami *internet of things* seperti Google, Intel, Microsoft, Oracle, dan masih banyak lainnya [7].

Internet of Things merupakan sebuah jaringan internet yang menyediakan, mengolah serta mentransfer informasi digital yang diperoleh dari peralatan-peralatan yang salah satunya adalah sensor yaitu identifikasi radio frekuensi (RFID), sensor infra merah, sensor tekanan, dan lain sebagainya. Sensor yang ada dalam jaringan *internet of things* berfungsi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi parameter-parameter sebuah peralatan melalui jaringan komunikasi kabel maupun nirkabel. Sistem kerja *internet of things* secara umum adalah sistem yang mampu bekerja dengan memanfaatkan suatu argumentasi seperti bahasa pemrograman yang dibuat dari tiap-tiap perintah argumen tersebut bisa menghasilkan suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa batasan jarak. Peran manusia dalam *internet of things* adalah sebagai pengguna yang mengatur dan mengawasi dari mesin-mesin yang bekerja secara langsung tersebut [8].

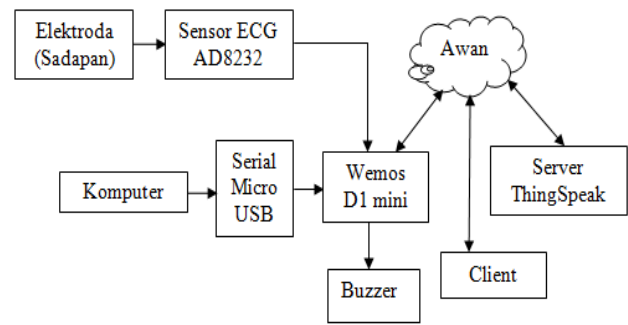
D. ThingSpeak

ThingSpeak merupakan salah satu platform *internet of things* layanan gratis yang dapat diakses melalui internet. Thingspeak adalah aplikasi dengan layanan platform analisis *internet of things* berbasis *cloud* yang dapat digunakan oleh penggunaannya untuk mengumpulkan, menyimpan, memvisualisasikan, dan menganalisis aliran data dari sensor pada perangkat pengguna. Thingspeak dapat bekerja pada perangkat seperti arduino, ESP8266, serta raspberry pi dan juga mendukung integrasi pada aplikasi *mobile*, web, Matlab dan perangkat keras lainnya. Thingspeak memungkinkan penggunaannya untuk membuat suatu *project* seperti pembuatan aplikasi sensor logging, aplikasi remote control sesuai kebutuhan, dan lain sebagainya. Pada tahun 2010, thingspeak diluncurkan oleh ioBridge sebagai sebuah layanan untuk dapat mendukung aplikasi IoT. Thingspeak telah terintegrasi atas dukungan dari numerik komputasi perangkat lunak Matlab dari MathWorks, sehingga memungkinkan para pengguna thingspeak dapat menganalisis dan memvisualisasikan data yang diunggah menggunakan Matlab tanpa memerlukan pembelian lisensi Matlab dari MathWorks [9].

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Hardware

Pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem dengan menggunakan alat maupun komponen yang digunakan dalam penelitian. Prinsip kerja dari sistem ini adalah untuk memantauan serta memprediksi gejala serangan jantung berbasis *internet of things* yang menggunakan sensor *electrocardiogram* (ECG), mikrokontroler dengan fitur *wifi*, buzzer, dan server thingspeak. Berikut adalah skema blok perancangan sistem perangkat keras yang dapat dilihat pada Gambar 3.

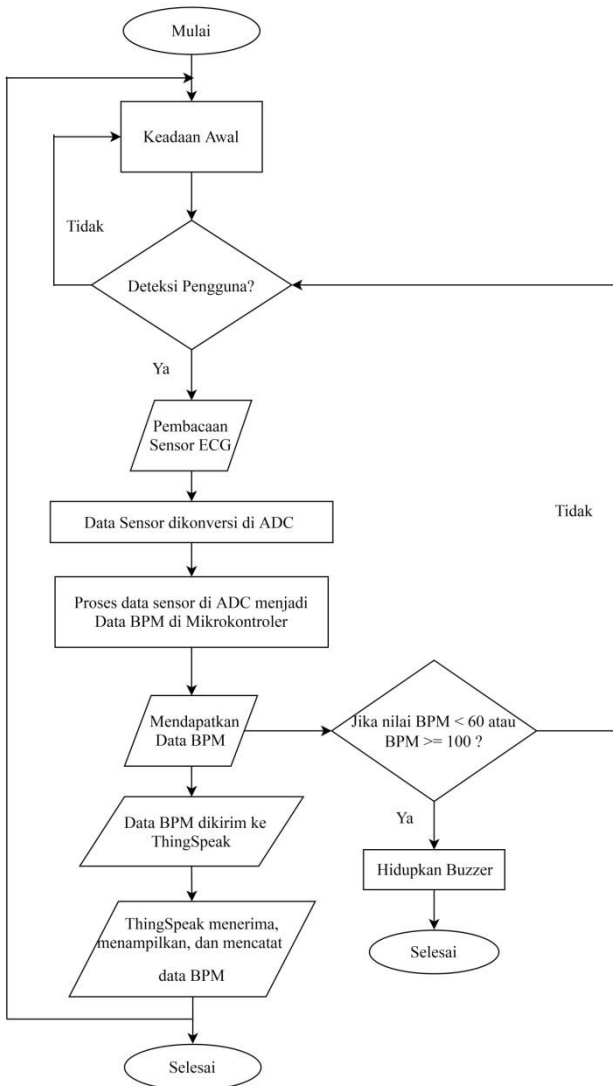


Gambar 3. Skema Blok Perancangan Sistem Perangkat Keras

Berdasarkan Gambar 3 adalah elektroda (sadapan) sebagai penerima input berupa sinyal bioelektrik pada jantung. Elektroda (sadapan) ditempelkan pada bagian permukaan tubuh agar dapat menerima sinyal bioelektrik yang dihasilkan oleh jantung, lalu sinyal bioelektrik tersebut dikirimkan ke modul sensor ECG AD8232 melalui kabel probe ECG. Pada sensor ECG ini akan menerima data sinyal bioelektrik yang kemudian diubah menjadi data sinyal analog, lalu data sinyal analog tersebut dikirimkan ke mikrokontroler (wemos d1 mini) untuk dikonversikan menjadi data sinyal digital. Wemos D1 mini digunakan sebagai mikrokontroler yang akan melakukan komputasi diantaranya yaitu untuk menerima data dari sensor berupa sinyal analog, lalu mengkonversikannya menjadi data sinyal digital untuk ADC 10 bit yang dikonversikan menjadi nilai dari 0-1023 yang akan merepresentasikan sinyal gelombang EKG (PQRST) yang dapat dilihat secara visual pada monitor, mengolah data sinyal digital untuk mendapatkan data detak jantung dengan satuan BPM (*beats per minutes*), memberikan perintah pada buzzer untuk berbunyi bila mendeteksi gejala serangan jantung berdasarkan data digital dan nilai BPM, melakukan autentifikasi ke *wifi* hotspot agar antar perangkat yaitu sensor elektrokardiograf (EKG/ECG), wemos d1 mini, buzzer, komputer, server thingspeak serta PC client agar dapat saling terhubung melalui jaringan internet, dan mengirimkan data sensor ke server thingspeak berupa data detak jantung. Buzzer sebagai perangkat output yang akan berbunyi ketika mendapatkan perintah dari wemos d1 mini saat terdeteksi gejala serangan jantung berdasarkan data yang diterima oleh wemos d1 mini dari sensor. Serial Micro USB sebagai serial komunikasi antara wemos d1 mini dengan komputer. Komputer digunakan untuk membuat program menggunakan aplikasi Arduino IDE yang mana program tersebut akan dijalankan oleh wemos d1 mini dan juga komputer dapat mengakses thingspeak melalui *browser* melalui jaringan internet. ThingSpeak sebagai server penerima data dari sensor berupa data detak jantung dengan satuan BPM dan memvisualisasikan data tersebut pada channel yang sudah disetting di server thingspeak. Client sebagai pengguna yang dapat mengakses thingspeak dengan menggunakan *browser* komputer ataupun *smartphone*.

B. Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak (*software*) adalah tahapan yang dilakukan untuk merancang sistem dengan menggunakan pemrograman agar dapat saling terintegrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak.



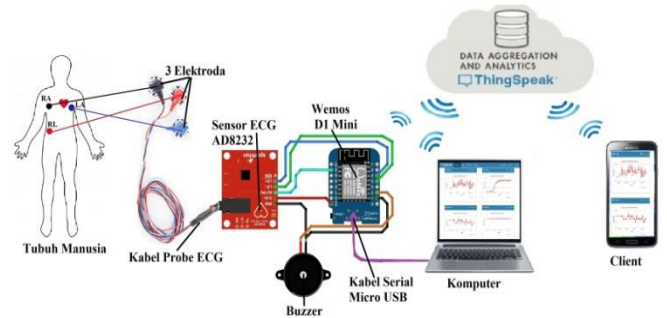
Gambar 4. Diagram Alir Sistem Perancangan Perangkat Lunak

Berdasarkan Gambar 4 adalah alur dari perancangan perangkat lunak dimana sistem akan mulai bekerja pada kondisi awal ketika mendeteksi adanya pengguna yang menggunakan prototipe. Ketika sistem sudah mendeteksi pengguna, maka langkah selanjutnya yang dilakukan oleh sistem adalah untuk melakukan pembacaan sensor elektrokardiograf dimana sensor tersebut memiliki gel pada elektrodanya yang akan menerima sinyal bioelektrik dari jantung melalui permukaan tubuh pengguna untuk diproses dan didapati data berupa sinyal analog. Data berupa sinyal analog tersebut akan diproses di mikrokontroler dan didapat hasil berupa data digital. Ketika data digital diperoleh, maka

mikrokontroler akan memproses data digital tersebut dan melakukan perhitungan sehingga mendapatkan data detak jantung dengan satuan BPM (*beats per minute*). Jika sudah mendapatkan data detak jantung dengan satuan BPM, maka selanjutnya dilakukan pengaturan batasan nilai BPM tersebut pada pemrograman agar buzzer dapat berbunyi sesuai dengan batasan nilai BPM yang sudah diatur pada saat pembacaan sensor elektrokardiograf berlangsung. Hasil pengukuran dari sensor elektrokardiograf berupa data detak jantung dengan satuan BPM tersebut akan dikirimkan, ditampilkan serta disimpan pada channel di server thingspeak yang dapat diakses melalui jaringan internet menggunakan aplikasi *browser* di komputer.

C. Pembuatan Prototipe

Pembuatan prototipe adalah tahapan penelitian yang dilakukan untuk merealisasikan sistem menjadi prototipe. Dalam pembuatan prototipe tersebut dilakukan berdasarkan rancangan sistem yang sudah dibangun dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Adapun desain prototipe dari sistem ini adalah sebagai berikut.



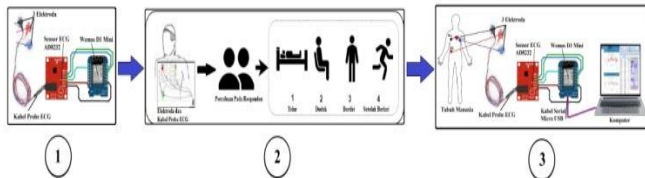
Gambar 5. Desain Prototipe

Berdasarkan Gambar 5 adalah desain prototipe yang akan dibuat untuk penelitian ini. Pemasangan sensor ECG AD8232 pada tubuh manusia dilakukan dengan menempelkan tiga elektroda (dua elektroda disebelah kanan (Right Arm (RA) dan Right Leg (RL)) dan satu elektroda disebelah kiri (Left Arm (LA)) yang terhubung dengan probe ECG ke modul ECG AD8232. Pin dari modul ECG AD8232 dihubungkan ke pin wemos d1 mini yaitu pin ground ke ground (kabel hitam), pin tegangan 3,3 Volt ke tegangan 3,3 Volt (kabel merah), pin output ke A0 (kabel biru muda), pin LO- ke D2 (kabel hijau), dan pin LO+ ke D1 (kabel biru). Pin wemos d1 mini ke buzzer yaitu pin D4 (kabel oren) ke kaki positif (merah) dan pin ground ke kaki negatif (hitam). Wemos d1 mini digunakan sebagai mikrokontroler yang melakukan komputasi untuk pengendalian sistem *internet of things* dengan menggunakan bahasa pemrograman C. Pengiriman data sensor ECG yang dikirimkan oleh wemos d1 mini melalui *cloud* dan data tersebut diterima oleh server thingspeak sehingga dapat ditampilkan pada channel yang sudah dibuat di server thingspeak serta untuk mengakses server thingspeak dapat menggunakan *browser* yang tersedia di komputer ataupun *smartphone*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor ECG AD8232

Pengujian sensor ECG AD8232 dilakukan dengan tahapan tes kemampuan awal yaitu pengambilan data sensor berupa sinyal EKG dari satu responden laki-laki. Responden tersebut memiliki usia yaitu responden pertama berusia 25 tahun. Alur dari pengujian sensor ECG AD8232 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Alur Pengujian Sensor ECG AD8232

Pada Gambar 6 adalah alur pengujian sensor ECG AD8232 dimana pada tahap 1 adalah perangkaian komponen-komponen yaitu tiga elektroda ditempelkan pada kabel probe ECG, lalu kabel probe ECG dihubungkan ke modul sensor ECG AD8232, kemudian sensor ECG AD8232 diintegrasikan ke wemos d1 mini menggunakan kabel jumper. Tahap 2 adalah pemasangan tiga elektroda pada tubuh responden dengan menempelkan elektroda tersebut di sekitar permukaan tubuh dengan tiga peletakan yang berbeda yaitu dua elektroda ditempelkan pada bagian tangan kanan dan kaki kanan, kemudian satu elektroda lain ditempelkan pada bagian tangan kiri. Setelah pemasangan ketiga elektroda selesai maka selanjutnya responden tersebut akan diarahkan untuk melakukan empat aktivitas yaitu pertama posisi tidur, kedua posisi duduk, ketiga posisi berdiri, dan keempat posisi setelah berlari. Tahap 3 adalah pengambilan dan pengolahan data sinyal EKG dimana pada pengambilan data akan dilakukan oleh sensor ECG AD8232 dan wemos d1 mini sebagai mikrokontroler sudah terhubung secara serial dengan komputer menggunakan kabel serial micro usb, kemudian menjalankan program yang sudah dibuat menggunakan perangkat lunak arduino IDE dan menggunakan perangkat lunak Parallax Data Acquisition berbasis Microsoft excel untuk mendapatkan data sinyal EKG dari pengukuran ataupun pembacaan sensor ECG selama proses pengujian sensor berlangsung. Pada proses pengolahan data dilakukan dengan perangkat lunak Matlab untuk memvisualisasikan data sinyal EKG yang didapat dari sensor ECG AD8232.

B. Hasil Pengujian Sensor ECG AD8232

Pada data sinyal EKG responden pertama diolah dan diambil selama durasi 6000 ms atau 6 detik di setiap posisi yaitu posisi tidur, posisi duduk, posisi berdiri dan posisi setelah berlari pada saat proses pengujian sensor ECG AD8232 dilakukan secara langsung. Data sinyal EKG yang telah dikumpulkan berdasarkan pengujian sensor ECG AD8232 pada responden pertama direpresentasikan dengan

sinyal gelombang P, Q, R, S, T. Hasil dari pengujian sensor tersebut pada responden pertama adalah sebagai berikut.

Pada Gambar 7 adalah sinyal EKG responden pertama pada posisi tidur menunjukkan bahwa jumlah sinyal EKG yang didapatkan sebanyak 8 sinyal gelombang P, Q, R, S, T dan menghasilkan detak jantung sebanyak 80 x/menit. Nilai tegangan dari masing-masing sinyal gelombang P, Q, R, S, T tersebut dapat dilihat pada Tabel I.

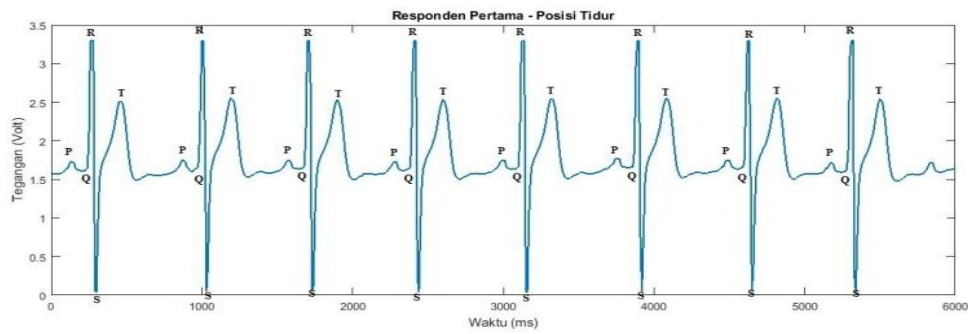
TABEL I
NILAI TEGANGAN DARI MASING-MASING SINYAL GELOMBANG P, Q, R, S, T
PADA POSISI TIDUR

No.	P (Volt)	Q (Volt)	R (Volt)	S (Volt)	T (Volt)
1	1,73	1,65	3,3	0,04	2,52
2	1,75	1,65	3,3	0,05	2,55
3	1,75	1,68	3,3	0,05	2,53
4	1,73	1,65	3,3	0,04	2,53
5	1,75	1,65	3,3	0,04	2,55
6	1,78	1,66	3,3	0,04	2,55
7	1,75	1,65	3,3	0,05	2,55
8	1,71	1,63	3,3	0,04	2,54

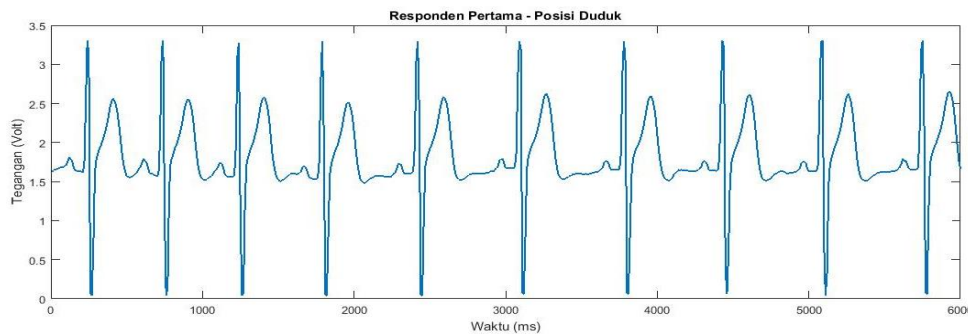
Pada Gambar 8 adalah sinyal EKG responden pertama pada posisi duduk menunjukkan bahwa jumlah sinyal EKG yang didapatkan sebanyak 10 sinyal gelombang P, Q, R, S, T dan menghasilkan detak jantung sebanyak 100 x/menit. Nilai tegangan dari masing-masing sinyal gelombang P, Q, R, S, T tersebut dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II
NILAI TEGANGAN DARI MASING-MASING SINYAL GELOMBANG P, Q, R, S, T
PADA POSISI DUDUK

No.	P (Volt)	Q (Volt)	R (Volt)	S (Volt)	T (Volt)
1	1,81	1,71	3,3	0,04	2,56
2	1,79	1,6	3,3	0,04	2,55
3	1,74	1,58	3,28	0,04	2,58
4	1,7	1,75	3,3	0,04	2,52
5	1,72	1,63	3,3	0,04	2,58
6	1,79	1,68	3,3	0,06	2,62
7	1,77	1,65	3,3	0,06	2,59
8	1,76	1,65	3,3	0,06	2,62
9	1,76	1,71	3,3	0,04	2,62
10	1,79	1,68	3,3	0,06	2,65



Gambar 7. Sinyal EKG Responden Pertama Pada Posisi Tidur



Gambar 8. Sinyal EKG Responden Pertama Pada Posisi Duduk

Pada Gambar 9 adalah sinyal EKG responden pertama pada posisi berdiri menunjukkan bahwa jumlah sinyal EKG yang didapatkan sebanyak 12 sinyal gelombang P, Q, R, S, T dan menghasilkan detak jantung sebanyak 120 x/menit. Nilai tegangan dari masing-masing sinyal gelombang P, Q, R, S, T tersebut dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III
NILAI TEGANGAN DARI Masing-masing Sinyal Gelombang P, Q, R, S, T PADA POSISI BERDIRI

No.	P (Volt)	Q (Volt)	R (Volt)	S (Volt)	T (Volt)
1	1,5	1,4	3,02	0,04	2,53
2	1,78	1,68	3,2	0,04	2,69
3	1,83	1,65	3,17	0,04	2,64
4	1,79	1,65	3,29	0,04	2,69
5	1,77	1,59	3,3	0,04	2,53
6	1,66	1,49	3,21	0,04	2,47
7	1,73	1,57	3,1	0,04	2,62
8	1,77	1,57	3,03	0,04	2,58
9	1,74	1,55	3,18	0,04	2,5
10	1,61	1,56	3,27	0,04	2,37
11	1,6	1,51	3,3	0,04	2,64
12	1,89	1,72	3,25	0,05	2,72

TABEL IV
NILAI TEGANGAN DARI Masing-masing Sinyal Gelombang P, Q, R, S, T PADA POSISI SETELAH BERLARI

No.	P (Volt)	Q (Volt)	R (Volt)	S (Volt)	T (Volt)
1	1,63	1,54	3,3	0,04	2,57
2	1,49	1,39	3,3	0,04	2,61
3	1,59	1,4	3,28	0,04	2,67
4	1,64	1,51	3,13	0,04	2,8
5	1,69	1,45	3,27	0,04	2,69
6	1,74	1,67	3,3	0,05	2,95
7	1,81	1,6	3,2	0,04	2,78
8	1,64	1,44	2,92	0,04	2,47
9	1,41	1,34	3,3	0,04	2,64
10	1,65	1,55	3,26	0,04	2,77
11	1,63	1,52	3,26	0,04	2,76
12	1,62	1,43	3,27	0,04	2,56
13	1,48	1,36	3,3	0,04	2,69
14	1,72	1,64	3,3	0,04	2,91
15	1,77	1,6	3,18	0,04	2,71
16	1,45	1,19	3,3	0,04	2,41
17	1,41	1,3	3,3	0,04	2,86

Berdasarkan dari data Tabel IV adalah data nilai tegangan dari sinyal gelombang P, Q, R, S, T pada posisi setelah berlari dengan jumlah sinyal EKG sebanyak 17 sinyal gelombang P, Q, R, S, T dan menghasilkan detak jantung sebanyak 170 x/menit. Bentuk dari sinyal EKG responden pertama pada posisi setelah berlari dapat dilihat pada Gambar 10.

C. Pengujian Buzzer dan ThingSpeak

Pada pengujian buzzer dan thingspeak dilakukan dengan pengujian secara keseluruhan sistem diantaranya dengan memasang komponen buzzer yang dihubungkan ke wemos d1 mini dan sensor ECG AD8232, lalu membuat channel pada thingspeak agar dapat melihat data detak jantung dengan satuan BPM dan data buzzer yang dikirimkan oleh wemos d1 mini ke server thingspeak melalui jaringan internet. Dalam pengujian buzzer dan thingspeak dilakukan selama beberapa menit pada saat pengujian sistem berlangsung.

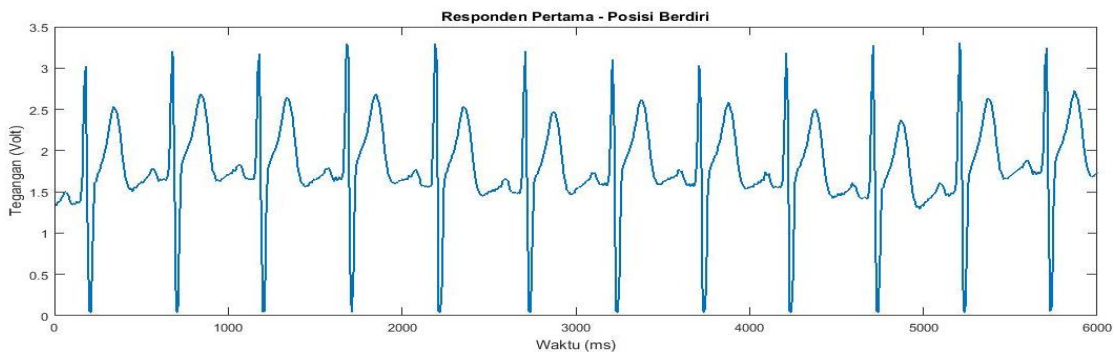
D. Hasil Pengujian Buzzer dan Thingspeak

Berdasarkan dari data Tabel V adalah hasil pengujian buzzer dan thingspeak dengan pengujian keseluruhan sistem berbasis *internet of things* yang didapat dari server thingspeak, maka hasil dari pengujian tersebut didapatkan

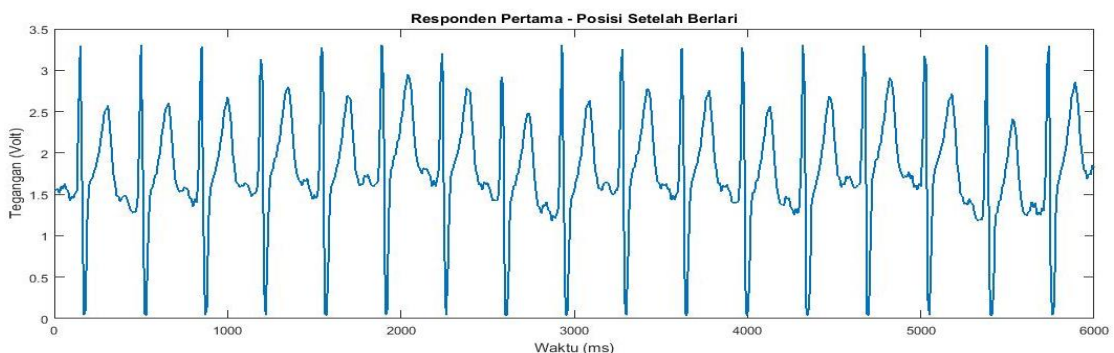
sebanyak 10 data berupa data detak jantung yaitu nilai BPM dan data buzzer yaitu nilai buzzer dengan stasus bunyi atau mati yang memiliki selisih waktu pengiriman data hingga terekam dan ditampilkan pada channel di server thingspeak. Pada hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tampilan channel di thingspeak yang sudah dibuat dapat dilihat pada Gambar 11.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN KESELURUHAN SISTEM

Nilai BPM	Nilai Buzzer	Status Buzzer (1= Bunyi dan 0 = Mati)	Selisih waktu (detik)
91	0	Mati	100
88	0	Mati	80
100	1	Bunyi	40
99	0	Mati	80
105	1	Bunyi	80
97	0	Mati	40
89	0	Mati	80
99	0	Mati	80



Gambar 9. Sinyal EKG Responden Pertama Pada Posisi Berdiri



Gambar 10. Sinyal EKG Responden Pertama Pada Posisi Setelah Berlari



Gambar 11. Channel Detak Jantung dan Buzzer



Gambar 12. Sinyal EKG Normal

TABEL VI
DATA PREDIKSI GEJALA SERANGAN JANTUNG

Posisi	Sinyal EKG									
	Seg-1		Seg-2 (Kompleks QRS)						Seg-3	
	PR		Q		R		S		ST	
	Sb-x (ms)	Sb-y (Volt)	Sb-x (ms)	Sb-y (Volt)	Sb-x (ms)	Sb-y (Volt)	Sb-x (ms)	Sb-y (Volt)	Sb-x (ms)	Sb-y (Volt)
Tidur	160-240	1.62	250	1.65	270	3.3	300	0.04	320-370	1.71
Duduk	200-250	1.63	260	1.71	280	3.3	310	0.04	330-350	1.75
Berdiri	100-150	1.37	160	1.64	180	3.02	210	0.04	230-270	1.71
Setelah Berlari	90-120	1.47	130	1.54	150	3.3	170	0.04	200-240	1.72

Pada Gambar 12 adalah sinyal EKG normal yang dijadikan parameter untuk memprediksi gejala serangan jantung dengan tiga parameter yaitu segmen PR, kompleks QRS dan segmen ST pada tiap-tiap posisi yaitu posisi tidur, posisi duduk, posisi berdiri dan posisi setelah berlari. Dari pengujian keseluruhan sistem yang dilakukan pada tiap-tiap

posisi tersebut telah didapatkan data hasil pengujian berupa waktu (ms) dan tegangan (Volt) yang sudah dikumpulkan selama proses pengujian sistem dimana data tersebut dapat dilihat pada Tabel VI.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian sensor ECG AD8232 yang dilakukan menggunakan perangkat lunak Parallax Data Acquisition dan Matlab telah berhasil dilakukan dengan adanya data berupa bentuk sinyal gelombang P, Q, R, S, T dan nilai tegangan dari masing-masing sinyal gelombang tersebut.
2. Pengiriman data yang dilakukan pada pengujian keseluruhan sistem mulai dari pengujian sensor ECG AD8232 sampai dengan pengujian buzzer dan thingspeak telah berhasil dilakukan dengan adanya data yang tersimpan pada tampilan channel yang dibuat di server thingspeak.
3. Pada pengujian keseluruhan sistem *internet of things* untuk pemantauan dan prediksi gejala serangan jantung telah berhasil dilakukan dengan adanya hasil pengujian berupa data detak jantung dan data buzzer.

REFERENSI

- [1] A. Dena, P.B. Arjuni, and S. Yoyo, "Rancang Bangun Pengukur Laju Detak Jantung berbasis Plc Mikro", *Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education (ELINVO)*, vol. 1, no. 3, November, 2016.
- [2] P. Dian, W.S.S. Mada, and A. Hasniah, "Desain Dan Implementasi Perancangan Elektrokardiograf (EKG) Berbasis Bluetooth", *Journal of Physics*, vol. 2, no. 1, Juli, 2015.
- [3] "signal-ecg.", [Daring]. Tersedia pada: <https://i0.wp.com/media-cache-ec0.pinning.com/736x/96/f2/c2/96f2c237a0bd6760a926d035f28dd88a.jpg>. [Diakses: 14-Oktober-2018].
- [4] H. Sugondo, U. Koredianto, R. Achmad, and S. Radian, "Desain Mini wearable ECG Berbasis Mikrokontroler", *Jurnal Informatika, Sistem Kendali dan Komputer*, vol. 7, no.2, November, 2013.
- [5] S.S. Tan, Alamsyah, and B. Muhammad, "Sistem Pemantauan Sinyal Detak Jantung Pasien Menggunakan Protokol Zigbee Dan Arduino", *Jurnal Techno Teknik Elektro*, vol. 16, no. 4, November, 2017.
- [6] "Single-Lead-Heart-Rate-Monitor-AD8232-01.", [Daring]. Tersedia pada: <https://1436477554.rsc.cdn77.org/wp-content/uploads/2016/05/Single-Lead-Heart-Rate-Monitor-AD8232-01.jpg>. [Diakses: 14-Oktober-2018].
- [7] B. Totok, "Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet Of Things Menggunakan Protokol MQTT", *Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI)*, 2016.
- [8] H.A. Nur and S.J.E. Dirvi, "Desain Dan Aplikasi Internet Of Thing (Iot) Untuk Smart Grid Power System", *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, April, 2017.
- [9] A. Nugra, R. Muhammad, and Suwito, "Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Pembacaan Meteran Air", *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, 2017.