

## IMPLEMENTASI DETEKSI QRS COMPLEX PADA SINYAL EKG BERBASIS RASPBERRY PI

### IMPLEMENTATION OF QRS COMPLEX DETECTION ON ECG SIGNAL BASED ON RASPBERRY PI

Ilham Hamdi<sup>1</sup>, Suprayogi<sup>2</sup>, Asep Suhendi<sup>3</sup>

Program Studi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>[ilhamhamdi@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:ilhamhamdi@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[suprayogi@telkomuniveristy.ac.id](mailto:suprayogi@telkomuniveristy.ac.id),

<sup>3</sup>[suhendi@telkomuniversity.ac.id](mailto:suhendi@telkomuniversity.ac.id)<sup>3</sup>

---

#### Abstrak

Banyaknya piranti serta alat ukur kesehatan saat ini, mempermudah masyarakat dan ahli kesehatan dalam diagnosa suatu gangguan kesehatan. Penyakit jantung merupakan penyebab kematian tertinggi di dunia, hal ini menuntun penulis untuk memperdalam suatu piranti pengukur aktivitas jantung, yaitu Electrocardiograph (ECG/EKG). Piranti EKG mengukur dan menghasilkan sinyal dari aktivitas listrik pada jantung melalui suatu elektroda yang diletakan pada titik-titik tertentu pada tubuh. Sinyal EKG memiliki beberapa parameter penting yang menjadi acuan dalam diagnosa suatu penyakit. QRS complex merupakan salah satu dari parameter Sinyal EKG yang mudah terlihat. Pengukuran QRS complex saat ini masih terbatas dari segi piranti lunak maupun keras. Penulis melihat adanya potensi pembaharuan dalam deteksi QRS complex. Raspberry Pi merupakan suatu piranti Mikrokontroler yang memiliki kapasitas komputasi yang besar, dan dapat menjadi suatu PC dengan sistem operasi yang terinstall. Pengukuran QRS complex berbasis Raspberry diharapkan dapat menjadi solusi dalam keterbatasan deteksi parameter sinyal EKG, terutama QRS Complex, Sehingga dalam deteksi kelainan pada jantung dapat dengan mudah dilakukan sehingga pengambilan tindakan medis dapat dilakukan dengan lebih cepat

**Kata kunci:** EKG(Elektrokardiogram), Jantung, Raspberry Pi, QRS Complex

---

#### Abstract

*Now, there is much of devices to be a medical instrument, that makes every diagnose of health become much easier. Cardiac Disease has much of responsibility for cause of death in the world. It make the author to deeped study on device for measure the activity of heart, that is Electrocardiograph (ECG). ECG device measure and make a signal based on electrical activity of heart using electrode placed on chest. ECG signal have some parameter that become reference of diagnose of disease. QRS Comple is one of that parameter whos clearly visible by eyes. Measuring of QRS complex today limited by it's hardware and software. The author look for opportunity to make innovation on QRS Complex detection. Raspberry Pi is a microcontroller with high compute power compared on it's size, it can be a Desktop PC with installed OS. Detection of QRS complex based on Raspberry Pi expected for a solution on limited of detection ECG parameter main on QRS complex, so the detection of disease became easier and the doctor have more time to make decision.*

**Keywords:** ECG(Electrocardiograph), Heart, Raspberry Pi, QRS Complex

---

#### 1. Pendahuluan

Jantung merupakan organ vital yang sangat penting. Berdasarkan data WHO (World Health Organization), Ischaemic heart disease menjadi penyebab kematian dengan jumlah 15 juta kematian di seluruh dunia. [1]. EKG merupakan suatu bidang ilmu yang membahas tentang denyut jantung dan aktivitas elektriknya. Setiap gerakan otot pada manusia dipicu oleh sinyal listrik yang mengalir pada syaraf yang terdapat pada tubuh. Jika terdapat sinyal listrik maka terdapat potensial listrik, jika terdapat potensial listrik tentu terdapat nilai yang dapat diukur. Piranti yang digunakan berupa piranti elektronik dengan beberapa kutub elektroda yang di letakan pada permukaan tubuh dengan posisi tertentu. Perbedaan potensial pada setiap titik dengan titik lainnya menjadi masukan piranti yang kemudian difilter dan diamplifikasi, agar dapat diolah maupun dicitrakan pada suatu media. Nilai dari parameter dan juga bentuk dari sinyal memiliki arti tersendiri bagi kalangan medis, semisalnya interval dan amplitude dari QRS complex memiliki arti apakah suatu pasien memiliki suatu kelainan atau tidak[2]. Pada penelitian kali ini penulis ingin membuat suatu piranti EKG yang dapat mengekstrasi sinyal EKG dan juga memprosesnya secara digital. Dimana output yang diharapkan berupa citra sinyal EKG dan juga menampilkan nilai dari parameter sinyal EKG yaitu QRS complex. Proses yang dilalui berupa pengolahan sinyal dengan algoritma yang berdasarkan algoritma pan – Tompkins. Dengan algoritma yang telah dirancang, penulis dapat mengutip nilai-nilai penting dari gelombang yang didapatkan. Pengolahan sinyal dilakukan pada perangkat Raspberry Pi yang telah diprogram

sedemikian rupa, hingga dapat melakukan fungsi yang diharapkan. Pada rancang bangun lebih lanjut diharapkan piranti yang akan dibuat dapat membantu dokter, perawat, maupun pasien itu sendiri dalam pencegahan dini penyakit jantung. Sehingga tindakan medis dapat dilakukan secepat mungkin, ataupun dapat menjadi dasar dari pengembangan perangkat lebih lanjut kearah deteksi otomatis dan realtime maupun pengembangan untuk dijadikan perangkat EKG berbasis Internet.

**2. Eksperimen Dengan Metode Eksfoliasi Fasa Cair**

Elektrokardiogram (EKG) merupakan salah satu metode pemeriksaan jantung yang menggambarkan aktifitas listrik jantung dalam bentuk grafik. Jantung memiliki beberapa bagian penting yang berperan untuk kerja dari jantung itu sendiri, jaringan neuron/syaraf yang terhubung ke tulang belakang langsung menuju jantung, bekerja untuk mengendalikan kerja jantung di bawah kesadaran dari manusia. Implus sinyal jantung dimulai dari depolarisasi *sinus-atrial node* yang terdapat pada atrium kanan dekat dengan vena kava, dimana darah dari seluruh tubuh berkumpul. Kemudian septal depolarisasi dari kiri ke kanan. Lalu terjadi depolarisasi pada area *anteroseptal ventricular myocardium*. Lalu depolarisasi dari sebagian besar *ventricular myocardium* dari permukaan endokardial menuju epikardium. Polarisasi terakhir terjadi pada bagian posterobasal dari ventrikel kiri dan *pulmonary conus*. Dari serangkaian peristiwa pada satu siklus gerakan jantung maka terbentuklah gelombang EKG.

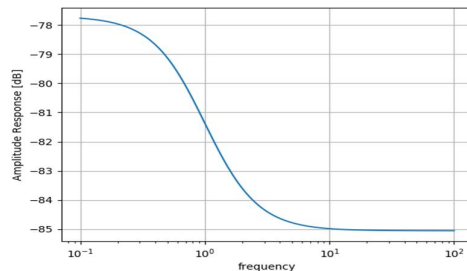
Pada gelombang EKG terdapat beberapa variable yang menjadi acuan perhitungan dan pembacaan EKG, dalam EKG terdapat beberapa gelombang dalam satu kali siklus detak jantung, yaitu P,Q,R,S dan T. Bentuk, interval, panjang gelombang, amplitudo dari setiap gelombang tersebut menjadi panduan dokter dan ahlinya dalam menentukan dan menganalisis gelombang EKG dalam suatu diagnose. Berikut gambar dari gelombang P,Q,R,S dan T. Untuk dapat merekam sinyal EKG dari tubuh, di perlukan perangkat khusus yang dapat menyuplik perbedaan potensial pada titik ukur. Potensial yang dihasilkan oleh kerja jantung sangat lah kecil, dibawah 1 mV.

Pada penelitian ini dipergunakan alat-alat sebagai berikut: elektroda EKG yang terbuat dari bahan konduktor yang dilapisi suatu gel yang kemudian akan menempel atau kontak langsung pada permukaan kulit dengan penahan berupa perekat dapat berupa plester maupun dengan di vakum, lalu kemudian akan menjadi salah satu kutub pengukuran EKG. Adapula EKG amplifier yang digunakan yaitu “SHIELD-EKG-EMG bio-feedback shield” yang diproduksi oleh Olimex. Disamping itu juga digunakan perangkat Raspberry Pi yang Pi merupakan suatu perangkat MINI-PC yang disertai antar muka terhadap modul-modul transducer yang membentuk sebuah mini computer yang dapat menjalankan berbagai macam program komputer.

**3. Hasil dan Pembahasan**

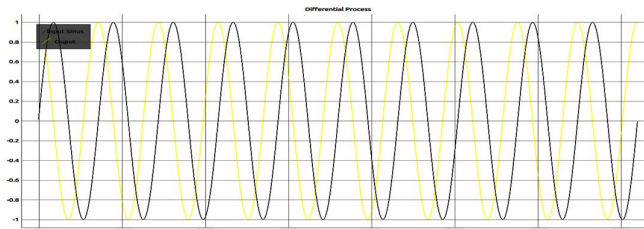
Beikut ini adalah beberapa hasil yang ditampilkan melalui pengolahan data pada perangkat lunak dalam Implementasi deteksi QRS Complex pada sinyal EKG berbasis Raspberry Pi :

- Pengujian Band Pass Filter, merupakan pengujian yang dilakukan menggunakan *built-in program* yang menghasilkan grafik respon frekuensi sebagai berikut :



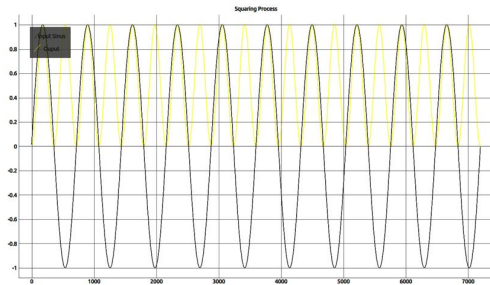
Gambar 3.1 Grafik respon frekuensi dari band pass filter

- Pengujian Fungsi Derivative, merupakan pengujian dengan memasukkan sebuah gelombang sinus yang digunakan untuk memastikan fungsi derivative bekerja dengan baik, sehingga dapat menghasilkan gelombang cosinus.

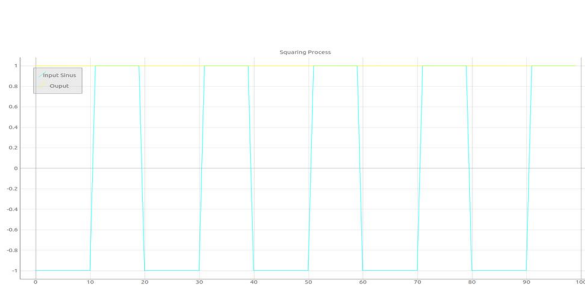


Gambar 3.2 Hasil dari pengujian fungsi derivative

- Pengujian Fungsi Squaring, merupakan pengujian dengan memasukan sinyal sinus dan sinyal square yang menghasilkan perubahan nilai negatif menjadi positif dari hasil pengkuadratan.

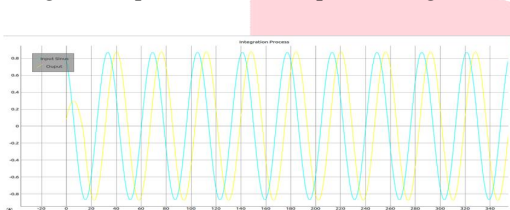


Gambar 3.3 Hasil pengujian dengan memasukan sinus

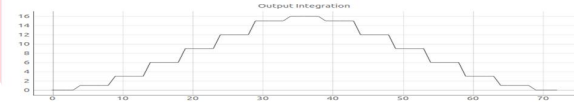


Gambar 3.4 Hasil pengujian dengan memasukan sinyal square

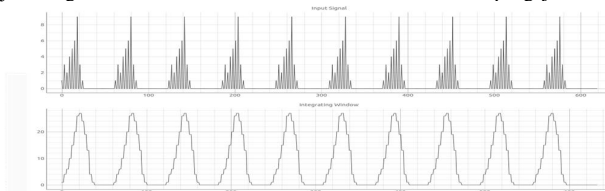
- Pengujian Fungsi Integration, merupakan pengujian dengan metode penginputan sinyal sinus dan sinyal pulse. Fungsi ini dapat membuktikan proses integrase berjalan dengan masukan yang hasilnya jelas secara sistematis.



Gambar 3.5 Hasil pengujian dengan masukan sinus

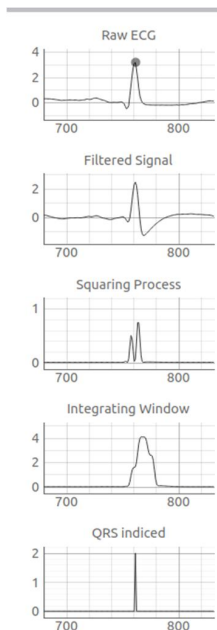


Gambar 3.6 Hasil pengujian dengan masukan pulsa triangle



Gambar 3.7 Hasil pengujian dengan masukan pulsa

- Pengujian Deteksi Puncak, merupakan pengujian dengan memasukan sebuah sinyal EKG yang telah diketahui letak-letak puncaknya gelombang, kemudian letak-letak puncak tersebut dibandingkan dengan letak-letak puncak yang terdeteksi oleh program ini.

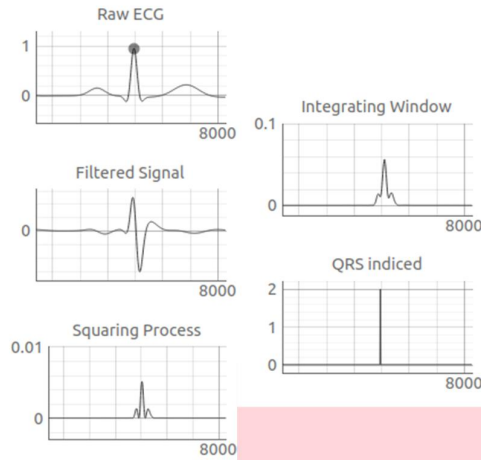


Gambar 3.8 Gambar dari proses deteksi R peak tahap I

| Anotasi[sample] | Value R peak[mV] | Hasil Deteksi[sample] | Nilai R peak Hasil Deteksi[mV] | Error Sample | Error R peak |
|-----------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| 307             | 2.2              | 305                   | 2.185                          | 2            | 0.015        |
| 796             | 2.275            | 794                   | 2.31                           | 2            | 0.035        |
| 1292            | 2.195            | 1290                  | 2.18                           | 2            | 0.015        |
| 1793            | 2.05             | 1791                  | 2.015                          | 2            | 0.035        |
| 2297            | 2.04             | 2296                  | 1.96                           | 1            | 0.08         |
| 2792            | 1.83             | 2790                  | 1.815                          | 2            | 0.015        |
| 3261            | 1.9              | 3260                  | 1.895                          | 1            | 0.005        |
| 3735            | 1.83             | 3733                  | 1.825                          | 2            | 0.005        |
| 4245            | 2.16             | 4243                  | 2.1                            | 2            | 0.06         |
| 4777            | 2.48             | 4775                  | 2.52                           | 2            | 0.04         |
| <b>Aerror</b>   |                  |                       |                                | 1.8          | 0.0305       |
| <b>%error</b>   |                  |                       |                                |              | 1.46%        |

Tabel 3.1 Hasil dari deteksi R peak tahap I

Dari data diatas dapat dilihat bahwa jumlah R peak yang terdeteksi oleh program sama dengan referensi, tetapi terdapat perbedaan dalam titik sampel yang terdeteksi terhadap referensi yang kemudian disebut dengan error.



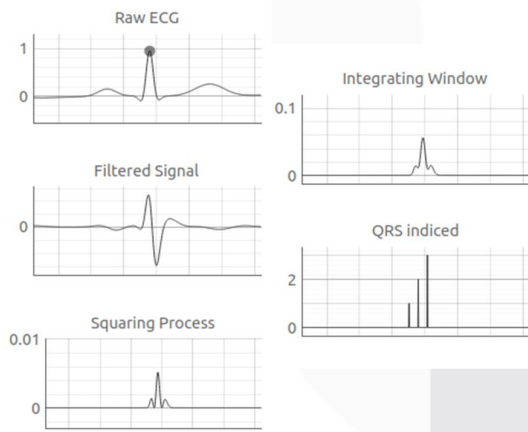
Gambar 3.9 Gambar dari proses deteksi R peak II

| Jumlah R peak Terdeteksi | Jumlah R peak Referensi | Rata - Rata Nilai R peak | Rata - rata Nilai R peak Referensi |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 456                      | 456                     | 1.066114925              | 1.066526658                        |
|                          |                         |                          | $\Delta$ error                     |
|                          |                         |                          | 0.000411733                        |
|                          |                         |                          | %error                             |
|                          |                         |                          | 0.038%                             |

Tabel 3.2 Hasil dari deteksi R peak tahap II

Dari data diatas dapat dilihat bahwa hasil dari pengujian mendapatkan nilai error yang lebih rendah pada masukan ECGsyn, dapat dilihat sinyal yang berasal dari ECGsyn memiliki noise yang cukup rendah dibandingkan dengan sinyal yang berasal dari Database MIT-BIH

- Pengujian deteksi QRS Complex, merupakan pengujian yang dilakukan dengan memasukkan sinyal EKG yang telah diketahui nilai Intervalnya. Pada pengujian ini sinyal EKG yang menjadi masukan yaitu berasal dari ECGsyn dengan pengaturan frekuensi sampling yaitu 450 sample/s. kemudian rata – rata detak jantung yaitu 80bpm. Dengan jumlah data yaitu 400 beats. Atau sama dengan 5 menit data. sama seperti deteksi R peak.



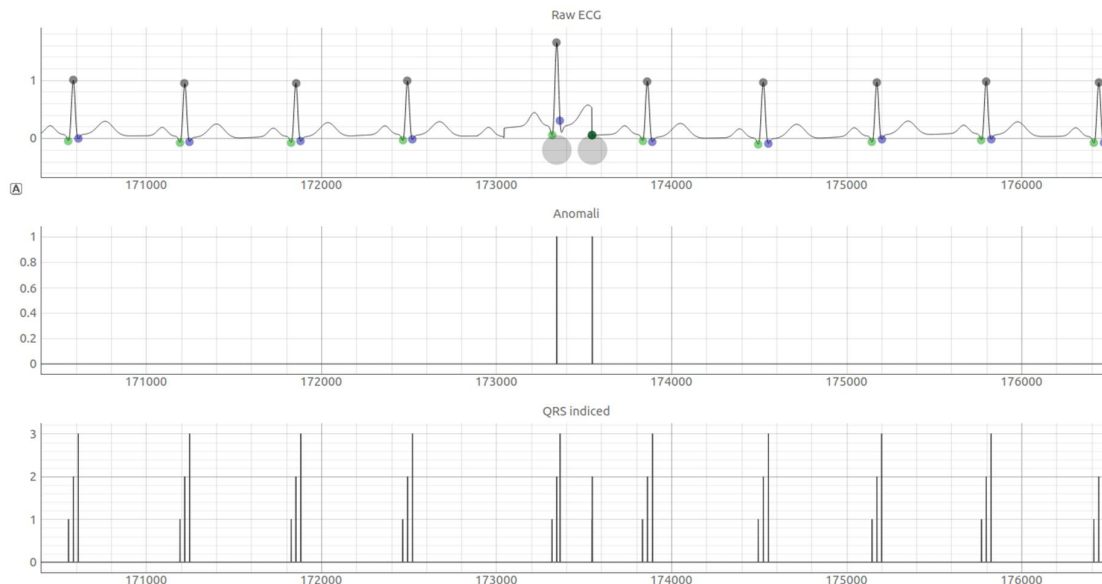
Gambar 3.10 Gambar dari proses QRS Detector

| Jumlah QRS interval terdeteksi | Jumlah QRS interval Referensi | Rata - rata Nilai QRS interval | Rata - rata Nilai QRS interval referensi |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|
| 455                            | 456                           | 0.10787344                     | 0.11288261                               |
|                                |                               |                                | $\Delta$ error                           |
|                                |                               |                                | 0.00500917                               |
|                                |                               |                                | %error                                   |
|                                |                               |                                | 4.44%                                    |

Tabel 3.3 Hasil dari deteksi QRS interval

Dari data diatas dapat dilihat bahwa deteksi QRS interval memiliki nilai persentase error sebesar 4.44%. dengan masukan berupa ECGsyn dengan pengaturan frekuensi sampling yaitu 450 sample /s. dan rata – rata detak jantung yaitu sebesar 80 beat/s. dan jumlah data yaitu sebanyak 400 beat atau ekuivalent dengan 5 menit data ECG. Nilai error tersebut dapat ditoleransi dan termasuk pada tingkat akurat yang lumayan baik

- Pengujian deteksi anomali pada EKG berdasarkan referensi R peak dan QRS interval, merupakan pengujian yang bertujuan untuk membuktikan fungsi dari deteksi QRS complex sebagai deteksi dari parameter sinyal EKG sebagai acuan dalam dunia medis. Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai acuan dalam karakterisasi EKG. QRS complex dengan interval kurang dari 0.1s dianggap normal dan nilai R peak dengan rentan 0.8mV – 1.2mV dianggap normal, diluar dari nilai acuan tersebut dapat menjadi indikasi adanya gangguan dalam masalah kesehatan terutama jantung. Pada pengujian kali ini, sinyal masukan yaitu sinyal ECGsyn dengan adanya anomali berupa nilai QRS interval dan R peak diluar dari batas normal dengan jumlah anomaly yang sudah diketahui. Panjang sinyal yang digunakan yaitu selama 10 menit dengan sampling rate 500sample/s, jumlah data yang digunakan yaitu 300000 data. Pengujian akan membuktikan bagaimana deteksi QRS complex dapat digunakan sebagai alat kesehatan. Berikut Gambar dan Tabel dari hasil deteksi anomali :



Gambar 3.11 Gambar dari proses deteksi anomali

| Jumlah Data QRS complex | Jumlah data QRS complex terdeteksi | Jumlah Anomali Referensi | Jumlah Anomali terdeteksi |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 236                     | 234                                | 32                       | 31                        |
| %error                  | 3.13%                              |                          |                           |

Tabel 3.4 Tabel hasil pengujian anomali

Dari hasil diatas dapat dilihat, dengan masukan berupa sinyal ECGsyn dengan jumlah anomaly 32, yang terdeteksi yaitu sebanyak 31. Dengan nilai error 3.31%

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisis yang dilakukan pada *Detector QRS Complex* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Piranti EKG yang telah dibuat dapat membaca sinyal EKG serta menampilkannya dalam bentuk grafik, serta dapat mendeteksi parameter QRS interval serta R peak. QRS interval dalam satuan waktu, serta R peak dalam satuan millivolt. Dalam pengujian, nilai error yang didapatkan yaitu 1.46% pada pengujian deteksi Rpeak dengan masukan sinyal EKG dari MIT-BIH, 0,038% pada masukan sinyal ECGsyn. Pengujian deteksi QRS interval menghasilkan 4.4% error pada pengujian dengan masukan ECGsyn. Kemudian untuk pengujian deteksi anomaly yaitu sebesar 3.125% dengan masukan ECGsyn.
- Dalam pembuatan deteksi QRS complex, penggunaan algoritma yaitu berdasarkan algoritma Pan-Tompkins dengan beberapa pengembangan untuk mencapai fungsi – fungsi yang lainnya. Semua program ditulis menggunakan Bahasa python 2.7. Perlu banyaknya pengembangan dari tugas akhir ini, masih banyak parameter lainnya yang dapat dideteksi yang kemudian dapat menjadi acuan dalam deteksi dini kelainan seputar masalah Jantung.

**5. Referensi**

[1] WHO, "Mediacentre : factsheets fs310," 2017. [Online]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>.

[2] C. Casillas, Heart Rate Monitor and Electrocardiograph Fundamentals, 2010.

[3] S. K. R. K. Akash Chatlani, "IOT Based Detection of Cardiac Arrythmias Using Raspberry Pi," 2017.

[4] R. E. Klabunde, Cardiovascular Physiology Cocepts, Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

[5] S. M, Learn ECG in a Day A Systematic Approach, Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013.

[6] N. G. Sachin Singh, "Pattern Analysis of different ECG signal using Pan-Tompkin's Algorithm," 2010.

[7] S. M, Learn ECG in a day, Jaypee Brothers Medical Publishers (P) LTD, 2013.

[8] J. P. & W. J. Tompkins, "A Real-Time QRS Detectin Algorithm," 1985.

[9] M. R. & S. Wallace, Getting Started with Raspberry Pi, Sebastopol, California: O'Reilly, 2012.

- [10] OLIMEX, "Shield EKG-EMG bio-feedback shield user's manual," 2014.
- [11] Texas Instrument, "Principle of Data Acquisition and Conversion," 2015.
- [12] Texas Instruments, "ADS111x Ultra-Small, Low-power, i2c compatible, 860-sps, 16-Bit ADSc With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator," 2016.
- [13] Patrick E McSharry, Gari D Clifford, Lionel Tarassenko, and Leonard A Smith. A dynamical model for generating synthetic electrocardiogram signals. *IEEE transactions on biomedical engineering*, 50(3):289–294, 2003.
- [14] PE McSharry and GD Clifford. Ecgyns-a realistic ecg waveform generator. URL <http://www.physionet.org/physiotools/ecgyns>, 2003.
- [15] SciPy.org, "scipy.signal.freqz," The Scipy community, 2008-2009. [Online]. Available: <https://docs.scipy.org/doc/scipy-0.13.0/reference/generated/scipy.signal.freqz.html>. [Accessed 21 5 2018]

