

PENGUKURAN DAN PENGAMATAN SINYAL *ELECTROCARDIOGRAM* MENGGUNAKAN RASPBERRY DENGAN TAMPILAN APLIKASI *MOBILE*

Adrian Febiyanto¹⁾ Jusak²⁾ Ira Puspasari³⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya
Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)Adrianfebianto@gmail.com, 2)jusak@stikom.edu, 3)ira@stikom.edu

Abstrak: Jantung memiliki fungsi yang sangat penting yaitu memompa darah keseluruh tubuh. Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab kematian terbanyak didunia. Oleh karena itu diperlukan pemantauan jantung agar terhindar dari penyakit jantung, salah satu yang dapat diamati yaitu dengan melihat sinyal ECG (*Electrocardiogram*). Sinyal ECG (*Electrocardiogram*) adalah sinyal yang berisi aktifitas elektrik jantung manusia sehingga dapat menjadi metode yang cukup mudah sebagai pendeteksi kondisi jantung manusia. Media konvensional yang ada sekarang, alat penyadap ECG (*Electrocardiogram*) masih menggunakan kertas perekam ECG yang kurang efisien, dikarenakan dapat mengalami kerusakan secara fisik. Maka dari itu pada era sekarang yang mengusung *industry 4.0* berbasis IoT (*Internet of Things*) dimana segala aspek mulai dikirim melalui internet, sehingga penggunaan media kertas rekam tersebut dapat dikurangi dan perlahan digantikan dengan media elektronik yang lebih praktis dan fleksibel. Pada penelitian sebelumnya, hasil pembacaan data hanya dikirimkan pada jaringan lokal. Namun penelitian yang dilakukan kali ini, mengaplikasikan IoT (*Internet of Things*) sebagai metode pengiriman dan pengambilan data yang ditampilkan pada *smartphone* Android. Dengan menggunakan beberapa frekuensi sampling yaitu, 250 Hz, 500 Hz, dan 1000 Hz untuk 1000 data sampling sinyal ECG (*Electrocardiogram*), didapatkan hasil dari pengujian *cross-correlation* dengan tingkat keakurasian data antara pengirim dan penerima data sebesar 100 persen.

Kata kunci: Sinyal EKG (*Electrocardiogram*), IoT (*Internet of Things*), *Cross-Correlation*.

PENDAHULUAN

Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab kematian terbanyak didunia. Menurut survei *Sampel Registration System* (SRS) di Indonesia sendiri Penyakit Jantung Koroner (PJK) menyandang predikat sebagai penyebab kematian tertinggi pada semua umur setelah stroke (depkes.go.id, 2017). Penyakit ini sering dijuluki sebagai pembunuh tak bersuara karena seseorang yang mengidap penyakit ini tidak menyadarinya sebelum merasakan gejala-gejala dari serangan jantung.

Dalam kehidupan sehari-hari banyak sekali masyarakat Indonesia yang sering lupa kesehatan jantung mereka. Pola hidup yang tidak sehat hingga malas berolahraga menjadi pemicu penyakit jantung terutama sebagian masyarakat yang memiliki umur diatas 45 tahun. Untuk menjaga

kondisi tubuh agar terhindar dari penyakit jantung ini dapat dilakukan dengan merekam data ECG (*Electrocardiogram*) guna mendeteksi dari awal kondisi seseorang memiliki masalah dengan penyakit ini sehingga harapannya penyakit ini dapat diketahui lebih dini untuk mencegahnya menjadi lebih parah. Elektrokardiogram yang dihasilkan dapat menunjukkan frekuensi, irama, sumbu, tanda hipertrofi, dan tanda – tanda kelainan pada jantung (Sugiarto, 2016).

Pada era sekarang yang serba otomatis dan perkembangan teknologi yang sudah terhubung dengan koneksi Internet dimana sering disebut dengan istilah IoT (*Internet of Things*), banyak sekali pemanfaatan dari teknologi ini guna mempersingkat waktu kirim data maupun sistem kontrol.

Penerapan teknologi IoT telah banyak dilakukan di berbagai bidang seperti sistem kontrol maupun monitoring alat. Penerapan IoT yang artinya segala sesuatu terkoneksi dengan internet, menggunakan *cloud* komunikasi. Salah satu *cloud* yang sangat direkomendasikan sebagai metode pengiriman data pada IoT yaitu *Firebase*.

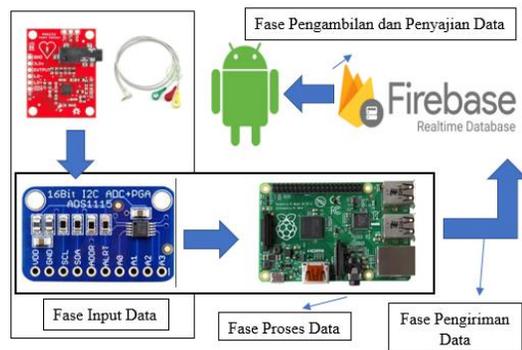
Firebase sering digunakan karena banyak menyediakan fitur untuk perangkat IoT dan juga banyak lagi fungsi dan kegunaannya. Salah satu fiturnya yaitu *Firebase Realtime Database* dimana layanan ini menyediakan antarmuka pemrograman aplikasi yang memungkinkan data dari aplikasi disinkronkan di seluruh *client* yang tersimpan di *cloud firebase*. Data yang dikirim ke layanan ini akan disimpan di *database* yang dihost pada *cloud* dan data disimpan sebagai JSON dan dihubungkan secara *realtime* ke seluruh *client* yang terhubung.

Berdasarkan kelebihan dari *Firebase* dan permasalahan penelitian, maka diperlukan sebuah sistem komunikasi untuk memantau ECG (*Electrocardiogram*) seseorang agar dapat dipantau secara *real-time* oleh dokter dengan fokus bahasan berada pada pengiriman data dari sensor menuju node sensor, *rasphi* menuju *firebase*, dan pengambilan data dari *firebase* menuju aplikasi berbasis *mobile*.

METODE PENELITIAN

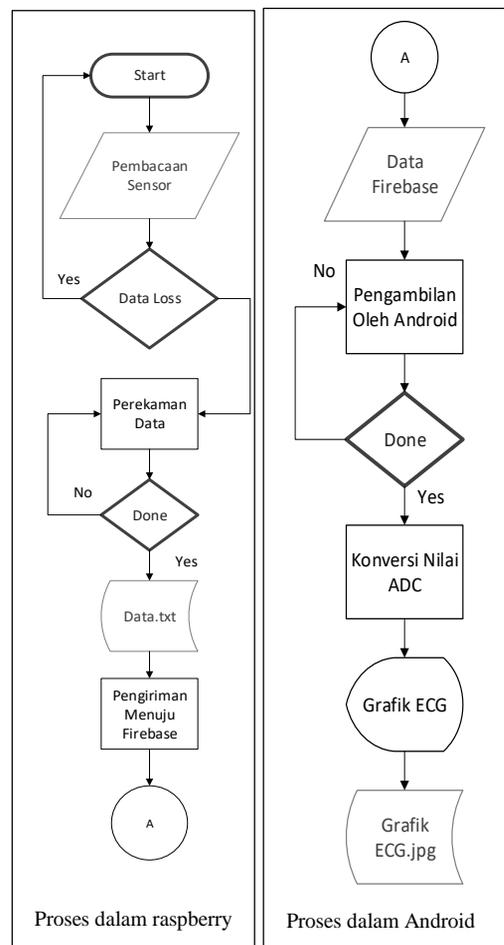
Saat melakukan proses pengambilan sinyal elektrik jantung atau yang dikenal dengan sinyal EKG, modul AD8232 dan tambahan modul ADC ADS1115 yang bertindak sebagai penyadap sinyal dari seseorang. Nilai hasil penyadapan sinyal tersebut masuk kedalam *raspberry* dengan nilai data analog yang kemudian diubah menjadi data digital dengan proses ADC. Setelah data didapatkan dari hasil penyadapan melalui modul AD8232, data tersebut disimpan kedalam file dengan format *.txt* didalam *raspberry* yang digunakan sebagai rekonstruksi sementara menggunakan *libre office calc* sebagai parameter hasil sadapan awal. Data hasil sampling lalu dikirim menuju *broker firebase* dimana seluruh data – data hasil sadapan modul AD8232 disimpan. Aplikasi berbasis *mobile Android Studio* digunakan untuk membuat aplikasi yang dijalankan pada *smartphone* guna melihat nilai – nilai dari banyak data yang masuk ke *broker firebase*. Dengan mengambil *child* yang merupakan *unique key* dari *firebase* dengan format JSON, aplikasi *mobile* ini mengubah nilai dari JSON menjadi nilai dari data yang dikirim oleh *raspberry* dan ditampilkan dalam bentuk grafik sinyal ECG

(*Electrocardiogram*) dengan satuan volt sebagai parameternya.



Gambar 1. Blok diagram keseluruhan sistem

Pada gambar 1 merupakan alur proses sistem dimana terbagi dari beberapa tahapan yaitu, fase input data, fase proses data, fase pengiriman data, dan yang terakhir fase pengambilan dan penyajian data.

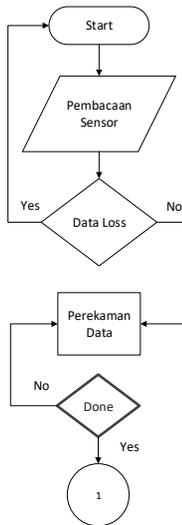


Gambar 2. Flowchart keseluruhan program

Pada gambar 2 merupakan alur program yang dilalui sistem untuk menghasilkan grafik ECG (*Electrocardiogram*). Program tersebut terbagi menjadi 2 bagian yaitu pada sisi raspberry dan pada sisi android, dimana pada raspberry digunakan untuk mengambil dan mengirim data sedangkan pada android digunakan untuk mengambil data dari *broker* firebase dan ditampilkan di aplikasi *mobile*.

Fase Input Data

Data hasil pembacaan modul AD8232 dibaca oleh raspberry dengan perantara ADS1115 sebagai modul ADC (*analog to digital converter*) agar data tersebut dapat terbaca oleh raspberry.

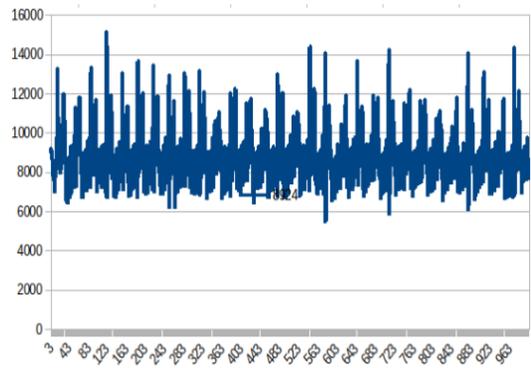


Gambar 3. *Flowchart* pengambilan data

Berdasarkan gambar 3 alur program dimulai ketika pengguna menjalankan program dan dilakukan proses pembacaan data, jika terdapat *data loss* maka pengguna melakukan pengambilan data ulang. Jika data berhasil diambil maka setelah proses pengambilan selesai muncul notifikasi “*done*”.

Fase Proses Data

Data hasil pembacaan modul AD8232 direkonstruksi sebagai acuan dari bentuk sinyal ECG (*Electrocardiogram*) dari sisi pengirim.



Gambar 4. Hasil rekonstruksi sinyal

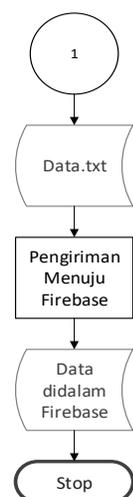
Pada gambar 4 merupakan hasil pembuatan grafik hasil perekaman data dan direkonstruksi menggunakan aplikasi *libre office calc* yang menjadi aplikasi bawaan dari raspberry.

Pembuatan Database

Pembuatan database dimulai dengan mengakses halaman firebase yang sudah tersambung dengan alamat email google. Dengan menambahkan proyek baru, firebase otomatis melakukan generate untuk url (*Uniform Resource Locator*) yang menjadi alamat untuk memasukkan maupun mengambil data dari firebase.

Fase pengiriman Data

Sinyal ECG (*Electrocardiogram*) yang telah direkonstruksi dikirim menuju firebase. Data yang dikirim berupa data yang belum melalui proses konversi ADC dikarenakan untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan data saat pengiriman.



Gambar 5. *Flowchart* pengiriman data

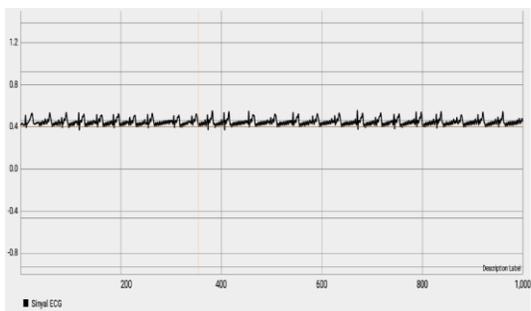
Pada gambar 5 merupakan alur program dimana data hasil pembacaan sensor yang sudah tersimpan dikirim menuju firebase. Data-data tersebut telah tersimpan sebelumnya dalam format .txt baru kemudian data tersebut dikirimkan menuju firebase dan dikelompokkan menjadi suatu *child*.

Fase Pengambilan Data

Pada tahap ini, dilakukan proses pengambilan data dari firebase oleh aplikasi android. Data Json dari firebase dipecah isinya oleh aplikasi android untuk kemudian dikonversikan menjadi nilai digital melalui proses ADC (*Analog to Digital Converter*). Data hasil pembacaan sensor dengan resolusi ADC sebesar 16 bit dikonversikan agar menghasilkan representasi sinyal ECG dengan nilai amplitudo dalam range nilai 0 - 5 volt

Fase Penyajian Data

Fase ini merupakan tahapan akhir dimana nilai hasil pembacaan modul AD8232 yang sudah dikonversikan dibangun menjadi suatu grafik ECG pada tampilan aplikasi *mobile*. Dengan menggunakan chart keseluruhan grafik ECG ditampilkan dimana nilai dari sumbu X chart merupakan banyak data dan sumbu Y adalah besar tegangan.



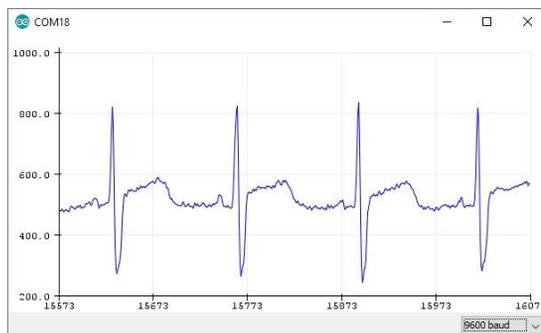
Gambar 6. Tampilan grafik ECG pada aplikasi *mobile*

Pada gambar 6 merupakan hasil tampilan akhir dari sinyal ECG yang telah diambil oleh raspberry. Data tersebut bisa langsung tersimpan dalam format .jpeg dalam *smartphone*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensor AD8232 dan ADS1115

Agar dapat mengetahui kondisi sensor bekerja dengan optimal dalam melakukan sampling sinyal ECG (*Electrocardiogram*), maka diperlukan pembandingan pembacaan data pada raspberry.

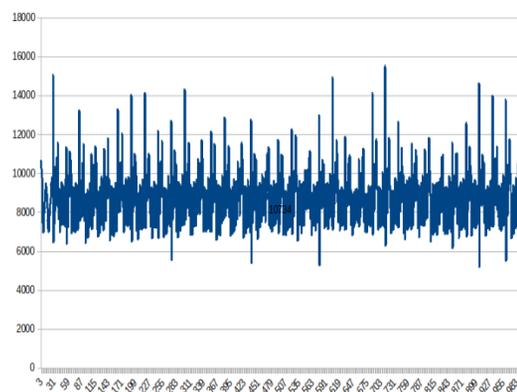


Gambar 7. Tampilan sinyal ECG pada Serial Plotter

Pada gambar 7 merupakan tampilan hasil pembacaan modul AD8232 oleh arduino dimana grafik tersebut digunakan sebagai pembandingan data dengan grafik hasil pembacaan oleh raspberry.

Sampling dan Rekonstruksi Sinyal Elektrik Jantung

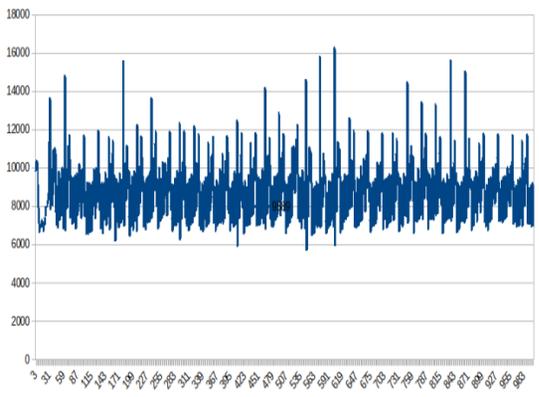
Menurut Jusak (2018), bahwa sampel sinyal ECG mengandung komponen frekuensi tinggi hingga 250 Hz. Sehingga pengujian dilakukan dengan pengambilan data dari 10 orang secara acak dengan 3 kali sampling yaitu 250 Hz, 500 Hz, dan 1000 Hz. Jumlah data yang diambil selama proses sampling sebanyak 1000 data



Gambar 8. Tampilan grafik pengambilan sampel 250 Hz

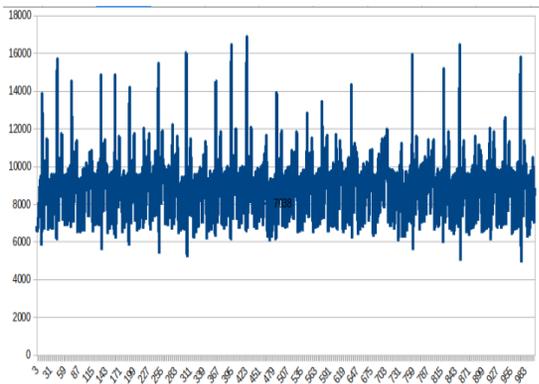
Dari gambar 8 merupakan sinyal ECG (*Electrocardiogram*) hasil dari rekonstruksi menggunakan libre office calc berdasarkan data analog yang didapatkan dari pembacaan sinyal oleh modul AD8232. Data tersebut tersimpan kedalam

format .txt dimana data ini nanti dikirimkan menuju firebase.



Gambar 9. Tampilan grafik pengambilan sampel 500 Hz

Pada gambar 9 merupakan hasil dari rekonstruksi dari pengujian dengan *sampling rate* sebesar 500 Hz dengan 1000 data. Terdapat perbedaan dari proses sampling 250 Hz yaitu berada di kualitas sinyalnya.



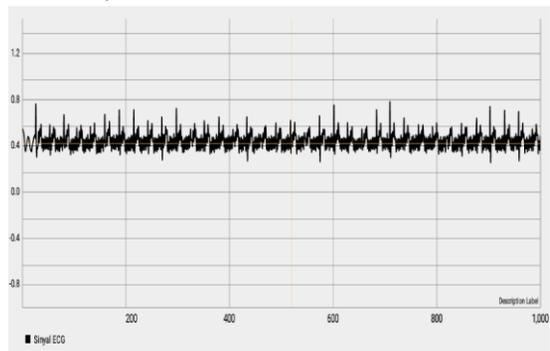
Gambar 10. Tampilan grafik pengambilan sampel 1000 Hz

Pada gambar 10 merupakan hasil rekonstruksi dengan nilai sampling sebesar 1000 Hz. Menurut Sornmo (2006), Karena resolusi EKG memiliki frekuensi tinggi hingga 250Hz, laju pengambilan sampel minimal 1 kHz. Kualitas sinyal yang dihasilkan semakin bagus lagi ditandai dengan kerapatan data.

Rekonstruksi pada Aplikasi *Mobile*

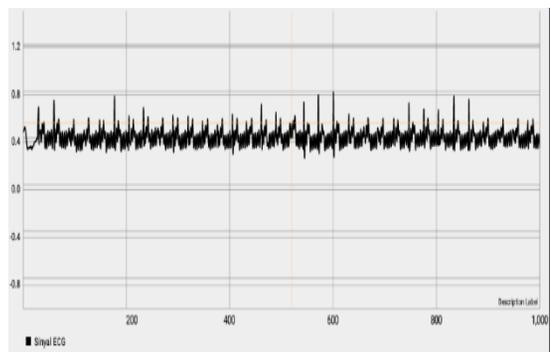
Aplikasi android yang telah dibangun sebelumnya berisi data-data hasil pengiriman dari raspberry yang telah dikonversikan nilainya. Grafik hasil rekonstruksi tersebut sama dengan grafik

rekonstruksi yang ada di libre office calc dimana dengan kondisi data – data tersebut sama.



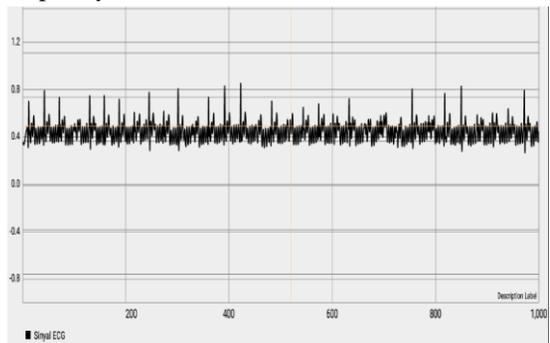
Gambar 11. Hasil rekonstruksi sampel 250 Hz

Pada gambar 11 Tampak sinyal ECG (*Electrocardiogram*) dengan 1000 data pada sumbu X dan sumbu Y yang menunjukkan nilai tegangan dari aktifitas elektrik jantung. Nilai tersebut berada dalam satuan volt hasil perubahan nilai ADC dari pembacaan data analog di raspberry.



Gambar 12. Hasil rekonstruksi sampel 500 Hz

Pada gambar 12 merupakan grafik hasil rekonstruksi dengan hasil yang menyerupai dengan rekonstruksi sebelumnya dengan aplikasi di raspberry.

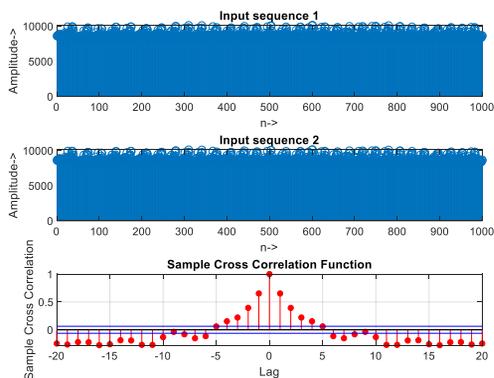


Gambar 13. Hasil rekonstruksi sampel 1000 Hz

Pada gambar 13 hasil rekonstruksi pada aplikasi android menyerupai dengan hasil rekonstruksi yang dibuat sebelumnya pada aplikasi di raspberry.

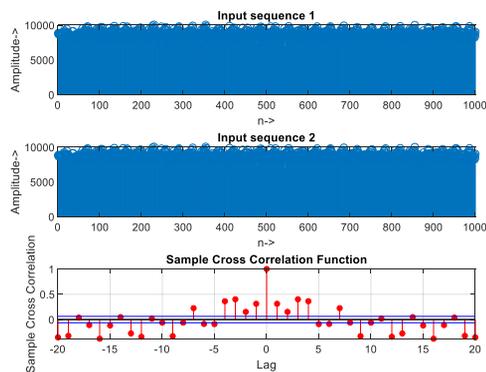
Perbandingan Data Antara Node Sensor Dengan Firebase

Dalam proses pengiriman data, ada kemungkinan data tersebut mengalami *packet loss* dan juga kecacatan data dimana diantara banyak data yang dikirim, ada beberapa data yang memiliki nilai yang berbeda antara sebelum dikirim dan sesudah dikirim menuju firebase. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *cross-correlation* dimana metode tersebut berfungsi sebagai pembandingan antara 2 data (Keane, 1992). Data yang dibandingkan merupakan data sebelum dikirim dan data sesudah dikirim menuju firebase.



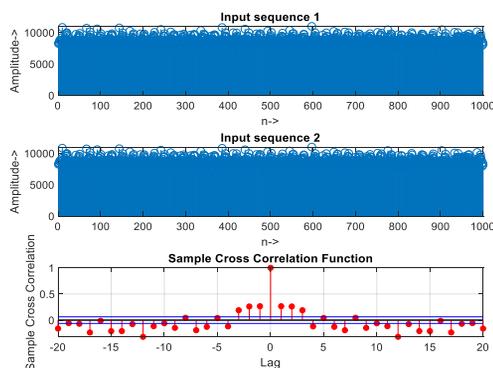
Gambar 14. Tampilan hasil *Cross-Correlation* sampel 250 Hz

Pada gambar 14, dapat dilihat bahwa nilai data pada raspberry ada pada *input sequence 1* dan data pada firebase di *input sequence 2*. Perbandingan dari kedua data ini dilakukan dengan menggeser banyak data tersebut kedalam beberapa pengujian hingga didapatkan nilai $lag\ 0 = 1$. Artinya data yang dibandingkan tersebut memiliki kecocokan 100 %.



Gambar 15. Tampilan hasil *Cross-Correlation* sampel 500 Hz

Pada gambar 15 nilai hasil *cross-correlation* antara kedua data yang dibandingkan memiliki kecocokan nilai pada $lag\ 0 = 1$, dengan demikian kedua data tersebut memiliki persamaan yang sama antara tiap datanya.



Gambar 16. Tampilan hasil *Cross-Correlation* sampel 1000 Hz

Pada gambar 16 merupakan hasil dari *cross-correlation* dari kedua data dengan nilai sampling 1000 Hz. Kecocokan antara kedua data tersebut juga berada pada $lag\ 0 = 1$ dimana keduanya memiliki kesamaan pada tiap datanya.

Tabel 1. Tabel hasil *Cross-Correlation* 6 sampel acak 250 Hz, 500 Hz, dan 1000 Hz

No	Sampel Raspberry	Sampel Firebase	Hasil Cross Correlation
1	Sampel 1	Sampel 1	Correlation = 1
2	Sampel 2	Sampel 2	Correlation = 1
3	Sampel 3	Sampel 3	Correlation = 1
4	Sampel 4	Sampel 4	Correlation = 1
5	Sampel 5	Sampel 5	Correlation = 1
6	Sampel 6	Sampel 6	Correlation = 1

Pada tabel 1 dari 6 Sampel yang dilakukan, didapatkan kecocokan 100 % dari data – data yang dibandingkan antara raspberry dengan data di firebase. Keseluruhan dari hasil *cross-correlation* menunjukkan nilai 1 setelah dinormalisasi.

KESIMPULAN

Dari perancangan perangkat dan juga program serta pengujian yang telah dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan, diantaranya adalah:

1. Perangkat untuk pengukuran dan pengamatan sinyal ECG yang telah dibangun mengintegrasikan sensor AD8232, modul ADS1115 dan Raspberry Pi 3 B+ dengan menggunakan protokol komunikasi serial I2C.
2. Berdasarkan hasil pengujian terhadap sistem secara keseluruhan didapatkan bahwa aplikasi berbasis *mobile* yang telah dibuat dapat menampilkan sinyal hasil pembacaan ECG dari basis data *Firestore* tidak memiliki perbedaan. Hal ini ditunjukkan oleh hasil pengujian *cross correlation* yang mana seluruh data dalam pengujian memberikan nilai *cross correlation* sebesar 1 pada *lag* ke-0.

Saran

Terdapat beberapa hal yang dapat ditambahkan supaya hasil rancangan dapat lebih baik lagi, diantaranya adalah:

1. Penelitian berikutnya diharapkan dapat lebih mempermudah saat proses pengambilan sampling data dikarenakan sistem saat ini masih harus menggunakan monitor saat proses sampling untuk melihat data masuk.
2. Penelitian berikutnya diharapkan tidak hanya menampilkan grafik sinyal ECG di tampilan aplikasi *mobile*, namun juga pemberian hasil keputusan pemeriksaan terkait kondisi sinyal ECG tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Jusak, Seedahmed S. Mahmoud (2018) A Novel and Low Processing Time ECG Security Method Suitable for Sensor Node Platforms, *IJCNIS*, 10 (1): 213 - 222.
- Keane, R.D, Ronald J. Adrian. (1992). Theory of cross-correlation analysis of PIV images,

Applied Scientific Research 5 (49): 191-215.

Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. “Penyakit Jantung Penyebab Kematian Tertinggi, Kemenkes Ingatkan Cerdik”. 24 Juni 2019.

<http://www.depkes.go.id/article/view/17073100005/penyakit-jantung-penyebab-kematian-tertinggi-kemenkes-ingatkan-cerdik-.html>.

Sornmo, Leif., Pablo Laguna, (2006). *ELECTROCARDIOGRAM (ECG) Signal Processing* Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering. 43 (91): 15.

Sugiarto, W.R., Jusak, & Ira Puspasari. (2016). Rancang Bangun Alat Elektrokardiograf Untuk Visualisasi, Perekaman, Dan Penyimpanan Sinyal Jantung. *JCONES*. 5 (2): 38-46.