

PENDETEKSIAN SINYAL JANTUNG PQRST DENGAN CHIP BIOPOTENSIAL DAN TELEPON SELULER TIGA LEAD

Moch. Rochmad¹, Kemalasari², Riyanto Sigit³

^{1,2,3} Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Jl. Raya ITS Surabaya-Jawa Timur

1rochmad@pens.ac.id, 2kemala@pens.ac.id, 3riyanto@pens.ac.id

ABSTRAK

Serangan jantung masih menjadi salah satu penyakit penyebab kematian di seluruh dunia. Banyak penelitian yang dilakukan untuk membuat modul akuisisi sinyal EKG (*Electro Kardio Graf*) yang *portable* dan akurat sebagai salah satu solusi bagi permasalahan penyakit jantung. Modul yang *portable* dan mudah digunakan dapat dimanfaatkan oleh pasien secara mandiri untuk mengetahui sedini mungkin adanya gangguan pada kerja jantung. Alat akuisisi sinyal EKG yang dibuat ini akan menghasilkan sinyal EKG yang dapat dimanfaatkan untuk merekam data sinyal jantung pasien. Penelitian ini dilakukan mulai April 2022 sampai November 2022. Alat ini terdiri dari rangkaian biopotensial sebagai penguat sinyal dari sensor elektroda, lalu LPF (*Low Pass Filter*) dan penguat *noninverting* ditambahkan untuk menghilangkan *noise* dan menguatkan sinyal sebelum masuk pada tahap selanjutnya. Dibutuhkan ADC (*Analog to Digital Converter*) dan mikrokontroler dalam satu modul Arduino dan *chip bluetooth* untuk komunikasi dengan telepon seluler. Dibutuhkan perangkat lunak pada telepon seluler untuk menampilkan grafik EKG dan menyimpannya. Pengujian akan dilakukan di beberapa lead EKG untuk mendapatkan kondisi sinyal jantung yang akurat untuk dianalisa berikutnya. Tujuan penelitian ini untuk diterapkan pada masyarakat luas untuk *check up* kesehatannya, sehingga masyarakat pengguna peralatan ini dapat merasakan pelayanan kesehatan dengan murah, data hasil pengukuran terekam dan langsung diinformasikan.

Kata Kunci: EKG, biopotensial, bluetooth, telepon seluler

ABSTRACT

Heart attack is still one of the leading causes of death worldwide. Many studies have been conducted to create portable and accurate ECG (Electro Cardio Graf) signal acquisition modules as a solution to heart disease problems. The module which is portable and easy to use can be utilized by the patient independently to find out as early as possible any disturbances in the work of the heart. This ECG signal acquisition tool will generate an ECG signal that can be used to record the patient's heart signal data. This research was conducted from April 2022 to November 2022. This tool consists of a biopotential circuit as a signal amplifier from the electrode sensor, then a LPF (Low Pass Filter) and a non-inverting amplifier are added to remove noise and amplify the signal before entering the next stage. It takes an ADC (Analog to Digital Converter) and a microcontroller in an Arduino module and a bluetooth chip for communication with a smart phone. Software on the mobile phone is required to display the ECG graph and save it. Testing will be carried out on several ECG leads to obtain accurate heart signal conditions for subsequent analysis. The aim of this research is to apply to the wider community for their health check-ups, so that people who use this equipment can experience cheap health services, measurement data is recorded and direct informed.

Key Word: ECG, biopotential, bluetooth, smart phone

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Permasalahan

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi maka kesadaran masyarakat tentang kesehatan juga semakin berkembang sehingga perkembangan teknologi banyak dimanfaatkan untuk meningkatkan pelayanan kesehatan baik di rumah sakit maupun klinik. Kemajuan teknologi juga dapat berperan sebagai indikator penting untuk deteksi dan menentukan kesehatan seseorang atau sebagai

sinyal warning untuk memberi peringatan bahaya jika terdeteksi ada penyakit sehingga dapat melindungi seseorang dari kematian akibat penyakit kronis.

Apalagi dewasa ini serangan jantung banyak terjadi secara tiba-tiba, tanpa menunjukkan gejala apapun. WHO mengatakan bahwa serangan jantung menjadi penyebab 31% kematian di seluruh dunia. Ilmuwan memperkirakan bahwa di negara berkembang angka kematian akibat penyakit jantung koroner akan meningkat sebesar 137% untuk

pria dan 120% untuk wanita dari tahun 1990 hingga 2020. Hal ini tentu saja sangat berbahaya mengingat angka kematian yang dapat disebabkan oleh penyakit ini. Oleh karena itu diperlukan pendeteksian dini terhadap kondisi jantung seseorang. Dengan dilakukannya hal tersebut, diharapkan seseorang dapat mengontrol dirinya hingga dampak dari penyakit ini dapat diminimalisir dan dapat ditangani dengan benar. Sementara itu kenyataannya, alat yang digunakan untuk mendeteksi adanya kelainan jantung, yaitu EKG, hanya bisa diakses pada tempat-tempat pelayanan Kesehatan tingkat atas, misalnya Rumah sakit. Tempat pelayanan tingkat bawah seperti Puskesmas dan Klinik-klinik mayoritas tidak memiliki alat EKG ini. Sehingga, deteksi dini adanya penyakit ini seringkali tidak bisa dilakukan.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian rancang bangun EKG namun masih belum *wireless* dan kurang sempurna, maka pada penelitian kali ini akan dirancang bangun alat akuisisi sinyal EKG yang portable dan *wireless* sebagai salah satu solusi bagi permasalahan penyakit jantung. supaya sinyal jantung ini bisa dilihat juga dari jarak sekitar 10 meter. Modul yang portable dan mudah digunakan dapat dimanfaatkan oleh pasien secara mandiri untuk mengetahui sedini mungkin adanya gangguan pada kerja jantung. Alat akuisisi sinyal EKG yang dibuat ini akan menghasilkan sinyal ekg yang dapat dimanfaatkan untuk merekam data sinyal jantung pasien. Alat ini terdiri dari rangkaian biopotensial sebagai penguat sinyal dari sensor elektroda, lalu filter LPF dan penguat non inverting yang ditambahkan untuk menghilangkan noise dan menguatkan sinyal sebelum masuk pada tahap selanjutnya. Dibutuhkan juga ADC dan mikrokontroler dalam satu modul Arduino dan chip bluetooth untuk komunikasi dengan telepon seluler. Perangkat lunak pada telepon seluler digunakan untuk menampilkan grafik EKG dan menyimpannya. Penelitian ini juga akan diterapkan pada health care kiosk supaya dapat digunakan oleh masyarakat luas untuk check up kesehatannya, sehingga masyarakat pengguna peralatan ini dapat merasakan pelayanan kesehatan dengan murah, data hasil pengukuran terekam dan langsung diinformasikan ke dokter/ahli medis. Diharapkan dengan diterapkan alat ini pada health care

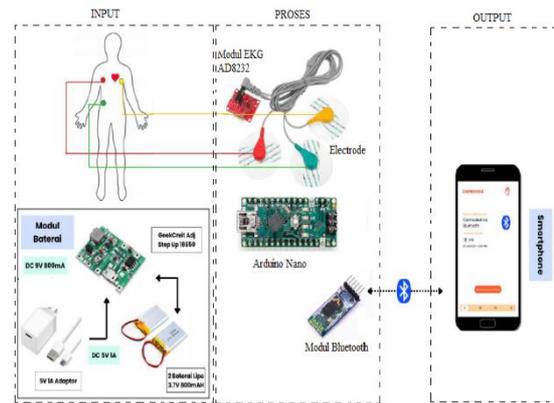
kiosk dapat meningkatkan pelayanan kesehatan serta dapat mengevaluasi kondisi pasien lebih cepat.

Beberapa penelitian terkait dengan jantung telah dilakukan dan dipublikasikan, antara lain oleh W. Kusuma, 2017, telah mempublikasikan penelitiannya berjudul “Rancang Bangun Alat Telemonitor Aritmia Jantung Berbasis WEB” yang tujuan dalam penelitiannya adalah untuk mengetahui hasil pengukuran rata-rata presisi waktu setiap *beat* dengan menggunakan pulse sensor dan menggunakan komunikasi internet yang kemudian diakses melalui web. Hasil pengujian pada sistem memberi nilai presisi rata-rata sebesar 86,5%.

Eko Agus Suprayitno, dan Achmad Arifin, Jurnal Media Elektro volume 10, 2021, mempublikasikan paper dengan judul “Sistem Instrumentasi Sinyal Electrocardiography Untuk Analisa Dinamika Jantung”, yang didalam penelitiannya menggunakan sensor chip. Untuk mendukung pentingnya klasifikasi sinyal jantung, maka beberapa pekerjaan pendahuluan terkait pembuatan instrumentasi pendeteksian sinyal jantung ECG dihasilkan informasi bahwa hasil penguatan rata-rata instrumentasi *Diferensial Amplifier* ECG didapatkan sebesar (279.65 ± 14.66) kali. Untuk *Low Pass Filter* Analog Orde 4 dengan frekuensi cutoff 100 Hz dihasilkan penguatan -3 dB di area Frekuensi 120 Hz. Hasil uji *NotchFilter* 1 dan *Notch Filter* 2 menghasilkan tegangan output (V_{out}) terkecil di frekuensi 50 Hz dengan besar V_{out} masing-masing (0.14 ± 0.00) volt dan (0.094 ± 0.009) volt serta *Quality factor* (Q) keduanya sama yaitu 6.28. Analisa sinyal jantung (ECG) dengan menggunakan DFT memberikan informasi bahwa pada sinyal jantung, area frekuensinya terjadi di area 3 Hz sampai 26 Hz.

Myza Rifali, dan Dessy Irmawati, ELINVO 2019, mempublikasikan paper dengan judul “Sistem Cerdas Deteksi Sinyal Elektrokardiogram (EKG) untuk Klasifikasi Jantung Normal dan Abnormal Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)”[6], yang didalam penelitiannya mendeteksi dan mengukur sinyal EKG untuk mengklasifikasi Jantung Normal dan Abnormal. Pada penelitian ini dikembangkan dengan baik teori Jaringan Syaraf tiruan sebagai teknik pemantauan yang diterapkan secara luas

dalam klinik untuk memantau sinyal ECG normal dan abnormal. Pada makalah ini diperkenalkan skema desain sistem deteksi sinyal ECG berdasarkan terintegrasi Skema chip AD8232 EKG, yang dapat menyederhanakan desain sirkuit, mengurangi jejak sistem, mengurangi waktu perancangan dan konsumsi daya sistem. Dengan memperkenalkan struktur perangkat keras dan perangkat lunak sistem, metode pemrosesan sinyal, dan aspek lain dari studi ini untuk mencapai perolehan sinyal pulsa dari ujung jari dan pemrosesan pengurangan noise.



Gambar 1. Blok Diagram System

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat AD8232 bisa komunikasi dengan microcontroller Arduino
2. Bagaimana melakukan pendeteksian sinyal jantung dengan Bluetooth ke smart phone .
3. Bagaimana merekam data hasil pengukuran sehingga dapat diinformasikan ke dokter.
4. Bagaimana melakukan pengukuran ECG dari modul AD8232 dari beberapa jenis pengukuran ECG yang ada..

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan April 2022 sampai November 2022. Pada metodologi ini akan dibahas beberapa hal antara lain tentang Blok Diagram Sistem, Pengolahan data, dan tampilan hasil pengukuran.

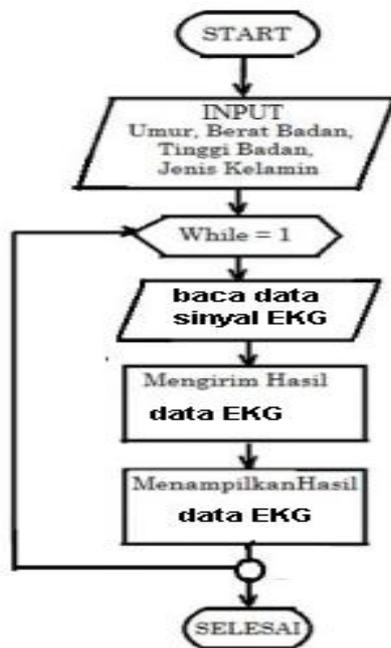
1. Blok Diagram Sistem

Pada bagian ini dibahas tentang blok diagram yang akan dikerjakan. Adapun gambar diagram blok system secara keseluruhan seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

Diagram blok sistem pada gambar 1 merupakan gambaran sistem yang akan dirancang dan akan dibangun. Ada 3 bagian penting pada sistem yaitu berupa proses *input* dan proses *output* terdapat modul AD8232 dan Arduino kemudian di Arduino di sambungkan dengan Bluetooth untuk bisa komunikasi dengan telepon seluler. Sistem *input* yaitu berupa nilai sinyal jantung EKG yang dideteksi/diambil oleh 3 buah elektroda yang dihubungkan ke modul akuisisi chip AD8232. Input modul chip AD8232 adalah sinyal fisiologis jantung (-70 mV sampai 30 mV) dengan *output* dihubungkan ke modul data processing Arduino Nano. Output Arduino Nano adalah data parameter jantung dalam satuan tegangan yang dibaca dari chip AD8232, kemudian data yang terbaca akan diproses oleh arduino nano sebagai pusat pengolahan data dan dikirim ke modul data transmisi Modul Bluetooth HC-05. Dalam implementasinya, sistem diprogram menggunakan perangkat lunak arduino IDE. *Output* berupa sinyal jantung EKG, data base pasien, dan hasil ukur detak jantung dalam bentuk angka dan grafik yang akan ditampilkan dalam GUI (Graphical User Interface) pada layar telepon seluler. Untuk penyimpanan data sinyal jantung pasien juga dilakukan pada telepon seluler.

Pengolah Data

Bagian software terdiri dari arduino nano dan PC. Arduino nano merupakan board berbasis mikrokontroler pada ATmega 328 yang berfungsi untuk membaca data dari modul chip AD8232 yang dikomunikasikan melalui protokol komunikasi I2C (Inter Integrated Circuit), dan kemudian nilai tersebut dikirim ke Arduino nano pada 115200 bps dengan komunikasi serial. Pengolahan sinyal jantung pada arduino nano dan kemudian di kirim melalui modul transmisi Bluetooth HC-05 diperlihatkan pada flowchart pada gambar 2.

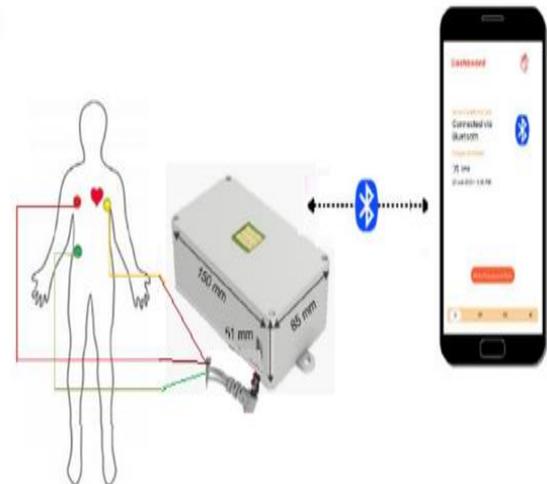


Gambar 2. Flow chart alur perangkat lunak pada telepon seluler

Tujuan dari *flowchart* adalah untuk memudahkan proses pengolahan data, dimana *flowchart* ada gambar 2 menunjukkan bahwa pengambilan data dan pengolahannya dilakukan secara FIFO (*First In First Out*) dimana untuk batas ambang data yang diolah yaitu frekuensi sampling dikali dengan 4. Output dari program adalah grafik sinyal jantung EKG dari chip AD8232, lalu data-data tersebut dikirim ke telepon seluler, dan ditampilkan dalam bentuk grafik detak jantung di GUI pada layar telepon seluler.

Pada tahap pembuatan alat dilakukan proses pembuatan sesuai yang telah direncanakan sebelumnya. Setiap komponen saling

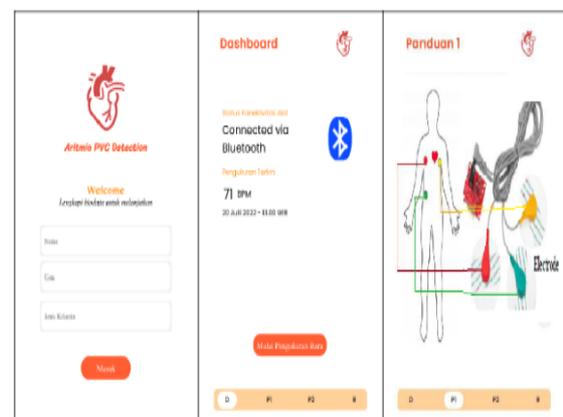
dihubungkan baik *hardware* maupun *software* agar menjadi satu kesatuan sistem. Dari tahap ini diharapkan sudah terbentuk sistem yang dapat bekerja sebagaimana yang diinginkan. Sistem pemantauan aktivitas jantung menerima masukan berupa sinyal fisiologis jantung pasien yang kemudian akan dideteksi dan diproses dan sinyal EKG yang telah direkam dikirim dan ditampilkan pada smartphone seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Proses Pengambilan Data

3. Desain Tampilan *Output* pada Telepon Seluler

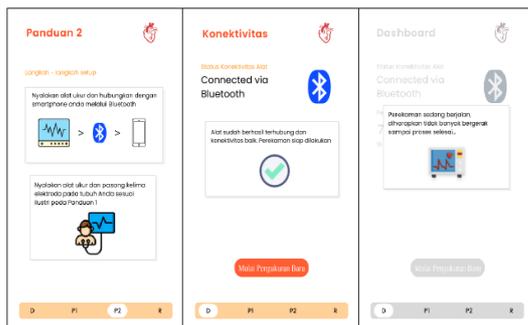
Untuk menampilkan *output* berupa hasil ukur sinyal jantung EKG maka dilakukan proses mendesign tampilan GUI (Graphical User Interface) dengan desain mock-up menggunakan Adobe XD seperti pada tampilan di gambar 4 ini.



Gambar 4. Desain tampilan GUI pada Telepon Seluler Tampilan 1

Gambar 4 merupakan tampilan GUI pada telepon seluler. Pada halaman awal, pasien

dapat masuk kedalam aplikasi dan mengisi biodata untuk mempermudah format penyimpanan file. Pada halaman Dashboard menjadi default landing page bagi pasien sudah mengisi biodata sebelumnya. Pada halaman ini memberi informasi konektivitas alat dan hasil pengukuran terkini. Jika pasien ingin melakukan pengukuran, bisa langsung menekan tombol mulai pengukuran dan kemudian akan di redirect ke laman panduan penggunaan untuk memberi instruksi penempatan elektroda yang baik dan benar.



Gambar 5. Desain tampilan GUI pada Telepon Seluler saat proses pengambilan data

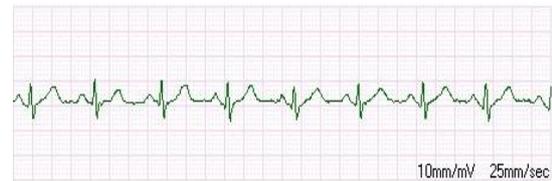
Pada halaman panduan penggunaan 2 ini pasien akan diberikan instruksi setup alat. Kemudian konektivitas setelah sistem memverifikasi koneksi dan juga memverifikasi pemasangan alat, maka konfirmasi akan muncul (centang biru) dan kemudian muncul tombol untuk mulai pengukuran baru. Jika pasien menekan tombol tersebut perekaman sistem sinyal EKG akan dimulai selama 30 detik. Pada Panduan 3, Jika pasien menekan tombol mulai pengukuran baru, maka akan muncul notifikasi bahwa perekaman sudah mulai berjalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sinyal Jantung dari Modul AD8232 dan Arduino Nano

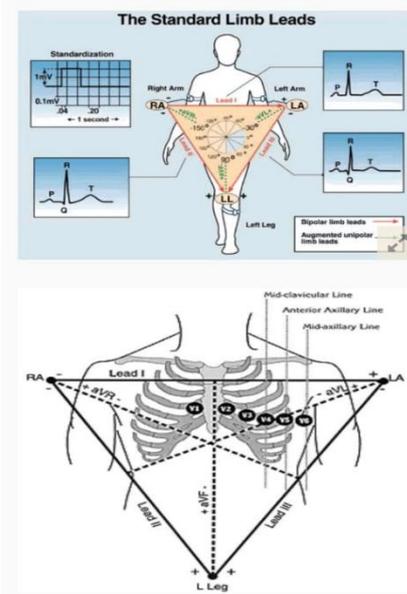
Tujuan pengujian sensor chip modul AD8232 adalah untuk mengetahui apakah chip AD8232 dapat bekerja dengan baik, dan juga untuk mengetahui apakah chip AD8232 dapat mengeluarkan sinyal jantung dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara mengunggah program untuk menampilkan sinyal jantung ke Arduino Nano, menghubungkan pin out yang ada pada chip AD8232 ke mikrokontroler egativ nano sesuai dengan datasheet,. Kemudian

membuka serial monitor dan plotter untuk mengetahui hasil output dari sensor chip AD8232. Pengujian sinyal jantung dari modul chip AD8232 yang telah terhubung dengan mikrokontroler Arduino Nano dan PC dapat dilihat pada gambar 6.

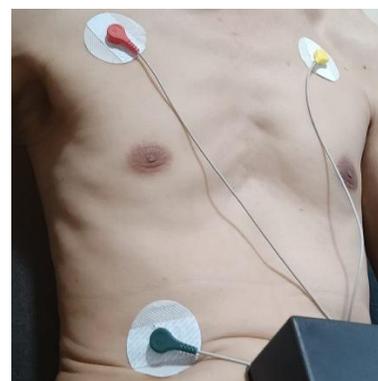


Gambar 6. Hasil dari pengukuran pengambilan data dari AD8232 serial ke computer

Pengambilan data pengukuran sinyal EKG dengan meletakkan 3 buah elektroda pada tangan kanan/dada kanan sebagai egative, tangan kiri sebagai positif /dada kiri dan kaki kanan /perut kanan sebagai grounding sesuai teori dapat dilihat pada gambar 7.

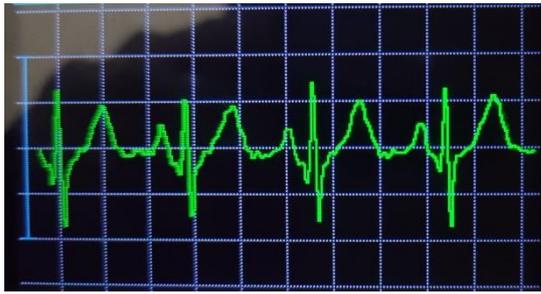


Gambar 7. Letak pengukuran ECG 12 pengukuran



Gambar 8. Pengujian Subyek dengan modul

Hasil tampilan di smart phone secara full terlihat seperti berikut :



Gambar 9. Tampilan di smart phone untuk sinyal ECG

Berisi hasil penelitian. Hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik, atau gambar. Bagian pembahasan memamparkan hasil pengolahan data, interpretasi hasil penelitian yang diperoleh, dan mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan. Untuk pengukuran R-R dari sinyal jantung di dapat 90%

Tabel 1. Kondisi pengukuran R to R sinyal ECG

| no | Kelamin/umur | kondisi jantung |
|----|--------------|-----------------|
| 1 | L / 23 | reguler |
| 2 | L / 22 | reguler |
| 3 | L / 54 | reguler |
| 4 | L / 52 | irreguler |
| 5 | P / 57 | reguler |
| 6 | P / 58 | reguler |
| 7 | L / 24 | reguler |
| 8 | L / 51 | reguler |
| 9 | L / 48 | reguler |
| 10 | L / 50 | reguler |

SIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan tahap awal dari penelitian meliputi perencanaan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Data sinyal jantung yang diproses oleh modul EKG AD8232 dapat dibaca oleh arduino nano sekitar 90% , karena factor konektor dan factor baterai
2. Data yang dikirim melalui bluetooth ke telepon seluler (android) berhasil 95% dikarenakan gangguan komunikasi dari

aplikasi lain di smart phone yaitu tertunda beberapa detik

3. Pengamatan data secara real-time dapat langsung 99% dikarenakan mobilitas smart phone dan gerakannya memudahkan dokter untuk analisa kondisi jantung sehingga dokter dapat mengambil langkah-langkah yang diperlukan secara instan jika ada kondisi abnormal yang terdeteksi.
4. Untuk pengukuran sinyal ECG hanya satu pengukuran, bila diperlukan pengukuran lain di butuhkan ketrampilan memindahkan transduser lead dan membutuhkan waktu.

Saran penelitian adalah melanjutkan penelitian ke pengukuran dengan banyak *lead* dan penelitian pembuatan ECG generator dari ECG *unnormal* supaya program di pengukuran bisa terlihat berjalan dengan baik

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) yang membiaya dari dana penelitian lokal 2022. Terima kasih kerja samanya pada ibu Kemalajari dan bapak Riyanto S, sebagai anggota peneliti. Terima kasih untuk Lab Elektronika Medika PENS yang telah meminjami ECG dari biopac untuk verifikasi sinyal ECG, terima kasih pada teman sejawat dan mahasiswa yang mau di ukur sinyal jantungnya pada penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Momin , Hartono, dan Abdullah Nur Aziz, (2021),” Rancang Bangun Elektrokardiograf Berbasis IoT”, Jurnal Fisika 11 (2) 60-76, Unnes.
- Alif Fitriani Putri, (2020), “Monitoring Ekg (Elektrokardiograf) Berbasis Mikrokontroler Dan Pemrograman Delphi 7.0”, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 2020
- Andrianto, S., & Laela, S. (2017). ,“Perancangan simulator EKG (elektrokardiograf) menggunakan software Proteus 8.0”., Ilmiah Kompilasi, . 16(2), 133–138.
- Data sheet AD8232, 24 Maret 2022, Analog Device, Single-Lead.
<https://kanalpengetahuan.fk.ugm.ac.id/penerapan-teknologi-informasi-di-rs-untuk-pelayanan-kesehatan-bermutu/>, Diakses 24 Maret 2022.

- Henry Sulisty, Thomas Sri Widodo, Maesadji Tjokronagoro, Indah Soesanti, (2013) , “Akuisisi Data dan Pengolahan Isyarat Elektrokardiograf Menggunakan Modul USB Dataq DI-148U”, ISSN 2301 – 4156, JNTETI, Vol. 2, No. 4.
- M. Anwar Ma’sum , Elly Matul Imah , and Alexander A S Gunawan, (2014),” EARLY DETECTION AND MONITORING SYSTEM OF HEART DISEASE BASED ON ELECTROCARDIOGRAM SIGNAL”, Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi (Journal of Computer Science and Information). 7/1 , 1-10.
DOI:
<http://dx.doi.org/10.21609/jiki.v7i1.249>
- Myza Rifali, Dessy Irmawati, (2019);” Sistem Cerdas Deteksi Sinyal Elektrokardiogram (EKG) untuk Klasifikasi Jantung Normal dan Abnormal Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)”, ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education), 4(1):49-55 ISSN 2580-6424 (printed), ISSN 2477-2399 (online,) DOI: 10.21831/elinvo.v4i1.28242
- Putri Madona, Rizki Fadilla, (2018)“Akuisisi Sinyal Electrocardiography (ECG) Berbasis Arduino”, Jurnal Politeknik Caltex Riau ,<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>| ISSN : 2460 – 5263 (online) | ISSN : 2443 – 4167
- Rara Amita Putri, Jajat Yuda Mindara, Sri Suryaningsih, (2017), “Rancang Bangun Wireless Elektrokardiogram (EKG)”, Jurnal inovasi dan ilmu fisika, Unpad,p-ISSN:2549-0516, vol 1 , No 1
- Tyas Istiqomah, Welina Ratnayanti K , Franky Candra SA,(2017), “Pengembangan Elektrokardiografi (EKG) Portable Sebagai Wujud Teknologi Tepat Guna”,
- WHO. Cardiovascular Diseases (CVD’s)[online]. Diakses 24 Maret 2022 Available : [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)),