

Pengembangan Sistem Perekam Sinyal ECG Jangka Panjang untuk *Remote Holter Monitoring*

1st Arief Kurniawan

Department of Computer Engineering
Faculty of Intelligent Electrical
and Informatics Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia 60111
arifku@ee.its.ac.id

2nd Dion Hayu Fandiantoro

Department of Computer Engineering
Faculty of Intelligent Electrical
and Informatics Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia 60111
dion@its.ac.id

3rd Winnona Sarah Tio Roito Gultom

Department of Computer Engineering
Faculty of Intelligent Electrical
and Informatics Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia 60111
winnona.17072@mhs.its.ac.id

Abstract—Persentase kejadian aritmia—gangguan sistem listrik jantung—diperkirakan lebih dari 70% pada usia 65 tahun ke atas. Penyakit ini sulit dideteksi secara langsung dan dapat berakibat fatal, sehingga membutuhkan *Holter Monitor* untuk membantu diagnosis. Namun pada masa pandemi COVID-19, pasien yang membutuhkan *Holter Monitor* kesulitan mendapatkan layanan. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem rekam ECG dengan hasil rekaman yang sesuai kenyataan untuk mendukung kegiatan *remote Holter Monitoring* yaitu dengan mengakuisisi data ECG menggunakan *NodeMCU* yang disimpan dalam database agar hasil rekaman dapat dianalisis dan dapat membantu mendeteksi aritmia sebagai peringatan dini.

Index Terms—Aritmia, ECG, *Holter Monitoring*

I. LATAR BELAKANG

MENURUT Global Health pada tahun 2016, penyakit jantung adalah penyakit non-infeksi nomor satu penyebab kematian di dunia. Salah satu gangguan pada jantung adalah aritmia, yaitu penyakit sistem listrik jantung dengan gangguan pada pembentukan atau penyaluran impuls listrik sehingga timbul gangguan irama jantung [1]. Gangguan irama biasanya hanya terjadi sesekali dan kemungkinan tidak muncul saat datang ke dokter, sehingga diagnosis sulit ditentukan. Penyakit aritmia memang tidak sepopuler penyakit jantung koroner atau sindrom gagal jantung, namun dapat berakibat fatal apabila tidak terdeteksi. Angka kejadian aritmia akan meningkat dengan bertambahnya usia. Diperkirakan, populasi geriatrik (lansia) akan mencapai 11,39% di Indonesia atau 28 juta orang di Indonesia pada tahun 2020.

Holter Monitor (sering disebut "*Ambulatory Monitor*") merupakan perangkat EKG portabel dengan memori yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik sistem kardiovaskular secara kontinyu selama 24 sampai 48 jam [2]. Alat ini dapat digunakan untuk menilai kondisi irama jantung untuk keperluan diagnosis kondisi jantung. Prosedur *Holter Monitoring* saat ini masih dilakukan secara lokal, sedangkan pada masa pandemi COVID-19, masyarakat diimbau agar tidak datang ke rumah sakit oleh pemerintah apabila tidak dalam kondisi gawat darurat. Padahal, pasien yang kemungkinan berpotensi aritmia tidak bisa dianggap remeh. Untuk memantau jantung dalam jangka waktu yang lama, penyimpanan data rekaman dalam *cloud* secara terpusat akan membutuhkan sumber daya yang

sangat besar. Maka akan sangat menguntungkan apabila ada suatu sistem dengan sumber daya minimum yang mendukung *Holter Monitoring* secara jarak jauh.

Perkembangan teknologi di era IoT (*Internet of Things*) saat ini dapat mendukung sistem telekardiologi untuk memantau kondisi jantung sebagai *early warning* dan juga *monitoring* yang terintegrasi dengan jaringan internet dan dapat diakses melalui platform tertentu. Maka dari itu pengembangan sebuah sistem perekam ECG jangka Panjang untuk mendukung *Holter Monitoring* sangat dibutuhkan. Oleh karena itu, pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem perekam sinyal ECG jangka panjang untuk melakukan *Holter Monitoring* secara *remote* dengan penyimpanan data lokal, dan hasil rekaman dapat digunakan untuk mendeteksi potensi aritmia.

II. DESAIN AND IMPLEMENTASI

Tugas akhir ini merupakan gabungan dari bidang penelitian *Internet of Things*, *Embedded System* dan *Signal Processing* yang bertujuan untuk membangun sebuah sistem *holter monitoring* dengan sumber daya minimum untuk mengindikasikan potensi aritmia pada pasien dengan metode Pan-Tompkins. Diagram alur pada Gambar 1 adalah gambaran dari sistem yang akan dibuat.



Fig. 1: Desain Sistem Keseluruhan

A. Perancangan Sistem Holitor

Pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah sistem *holter* yang terdiri dari perangkat *holter portable* yang diberi nama *Holitor Portable*, Raspberry Pi sebagai pusat penyimpanan dan juga sebagai *broker*, serta aplikasi Android yang diberi nama "*Holitor Dr*" untuk dokter dan "*Holitor*" untuk pasien. Mekanisme kerja sistem ini digambarkan pada Gambar 2

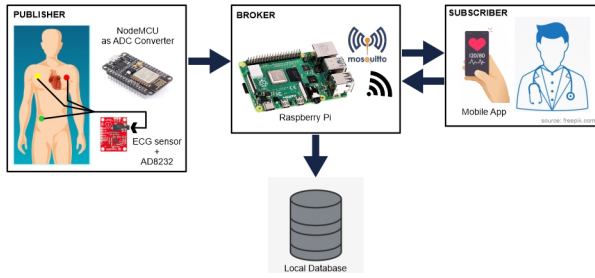


Fig. 2: Mekanisme Kerja Sistem

1) *Holitor Portable*: Perangkat Holter Portable dalam penelitian ini tersusun dari modul sensor AD8232 untuk membaca sinyal jantung, baterai LiFePO4 3.2V sebagai sumber listrik, NodeMCU 32S sebagai *ADC Converter* dan juga sebagai *publisher*. Cara kerja perangkat ini yaitu dengan menempelkan kabel ECG sensor pada dada pasien seperti yang telah dijelaskan pada Gambar 3. Kemudian NodeMCU akan mengonversi data analog menjadi digital kemudian dipublikasikan pada topik tertentu melalui MQTT. Data ini akan dapat dilihat secara *real time* melalui aplikasi Holitor Dr dan Holitor. Konfigurasi Holitor Portable dapat dilihat pada Gambar 4.

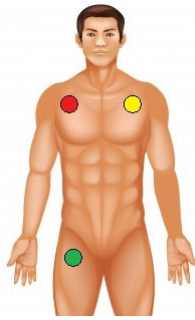
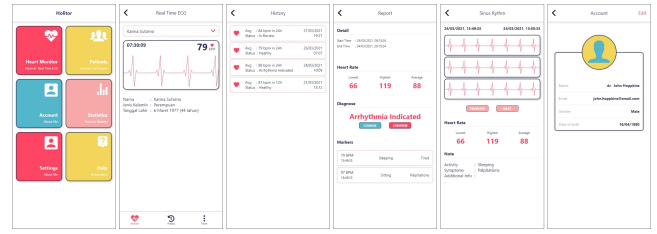


Fig. 3: Pemasangan Kabel ECG

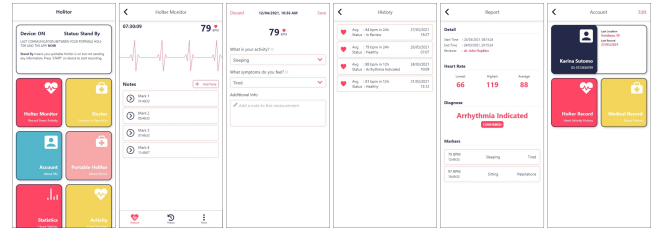
2) *Raspberry Pi*: Raspberry Pi dalam penelitian ini berperan sebagai *broker* MQTT dan juga sebagai pusat penyimpanan data dalam basis data lokal menggunakan SQLite serta sebagai pusat komputasi data untuk mendeteksi potensi aritmia.

3) *Aplikasi Android*: Aplikasi Android bertindak sebagai *client* MQTT. Aplikasi ini dibangun menggunakan Flutter. Pada Gambar ?? dapat dilihat desain dari aplikasi Holitor Dr untuk dokter dan Holitor untuk pasien.

Aplikasi Holitor Dr dapat memonitor irama jantung pasien secara *real time* menggunakan MQTT, dan juga dapat mengakses rekaman yang telah berlalu menggunakan HTTP untuk menganalisis rekaman tersebut apakah irama jantung tersebut normal atau berpotensi aritmia. Sedangkan untuk aplikasi Holter dapat juga menampilkan irama jantung pasien secara *real time* menggunakan protokol MQTT, serta pasien juga dapat membuat penanda apabila pasien merasakan gejala pada



(a)



(b)

Fig. 4: Aplikasi Holitor Dr (a) dan Holitor (b)

jantung, serta menuliskan kegiatan apa yang sedang dilakukan pasien ketika gejala tersebut terasa.

B. Akuisisi Data

Bentuk data ECG yang akan direkam adalah sinyal dengan frekuensi ± 140 Hz dengan waktu perekaman minimal 12 jam (6 juta data). The data used in the process of this paper is taken from the MIT-BIH Arrhythmia Database. In the database there are 48 ECG signal records taken from 47 patients. Each record has a frequency of 360 Hz with an average recording duration of 30 minutes (648000 data).

So that the data can be processed using the CNN method, ECG records are cut into pieces for 1 second (360 data). Cutting 360 data is done with reference to the peak of R as the midpoint. ECG data is then truncated along 180 data before and after the peak of R so it has a length of 360 data. ECG data is then cut along the 180 data before and after the peak of R so as to have the length of 360 data. Table I shows the number of samples of each type of arrhythmia.

Kelas Aritmia	Jumlah Sampel
NOR	75011
RBBB	7255
LBBB	8071
FVN	802
PVC	7129

TABLE I: Number of Samples of Each Type of Arrhythmia.

III. CONCLUSION

In this paper, the classification of five arrhythmia classes on ECG signals using the Convolutional Neural Network method was performed. The five classes are Normal Beat, Right Bundle Branch Block, Left Bundle Branch Block, Premature Ventricular Contraction, and Fusion of Ventricular and Normal

Beat. The ECG signal that has been obtained will be cut off for one second which has 360 data. The cut results are then transformed into a spectrogram with the FFT method. The spectrogram is then used as input to CNN. Arrhythmia classification on ECG signals using CNN method can be done well, with an accuracy rate of 98.60% with the following details: 713 Normal Beat samples can be detected correctly (100%), RBBB 689 samples (96.63%), LBBB 710 samples (99.58%), FVN 713 samples (100%), and PVC 690 samples (96.77%).

REFERENCES

- [1] Y. Yuniadi, "Mengatasi aritmia, mencegah kematian mendadak," *eJournal Kedokteran Indonesia*, vol. 5, no. 3, pp. 46–139, 2017.
- [2] M. S. Thaler, *The Only EKG Book You'll Ever Need*, 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.