

Aplikasi Telekardiologi untuk *Mobile Android* Dilengkapi Sensor ECG

Robby Aldriyanto Raffly Arief Kurniawan, dan I Ketut Eddy Purnama
Departemen Teknik Komputer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: arifku@ee.its.ac.id

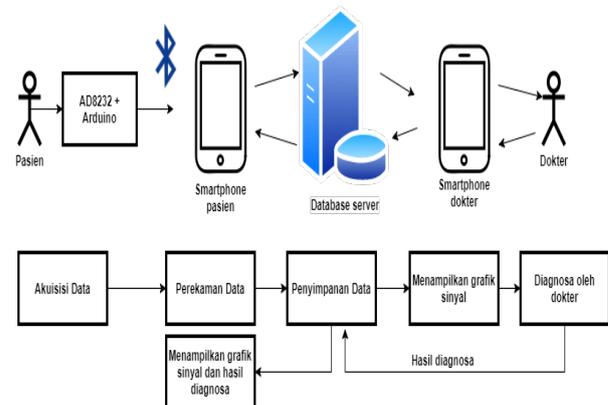
Abstrak—Jantung berfungsi memompa darah ke seluruh bagian tubuh. Kelainan pada kesehatan jantung memiliki akibat fatal bahkan kematian. Kematian karena penyakit jantung menyumbang jumlah kasus kematian terbanyak di dunia. Kita dapat memonitoring kesehatan detak jantung untuk mendeteksi penyakit jantung sejak dini. Pada Tugas Akhir ini kami mengimplementasikan sistem telekardiologi. Telekardiologi yang kami terapkan adalah membuat aplikasi android untuk mengambil data sinyal ECG dari sebuah alat dengan arduino yang dilengkapi Bluetooth HC-05 dan AD8232. Dengan menggunakan sensor AD8232, arduino dapat memproses sinyal ECG yang kemudian akan dikirim secara serial menggunakan modul bluetooth HC-05 menuju aplikasi android. Aplikasi berfungsi mengirimkan sinyal ECG kepada dokter spesialis jantung sehingga dokter dapat mendiagnosa sinyal ECG pasien tanpa harus mengecek pasien dengan bertemu secara langsung. Aplikasi dilengkapi fitur chat dengan dokter agar pasien dapat berkonsultasi jarak jauh.

Kata Kunci—Aplikasi, Android, ECG, Telekardiologi.

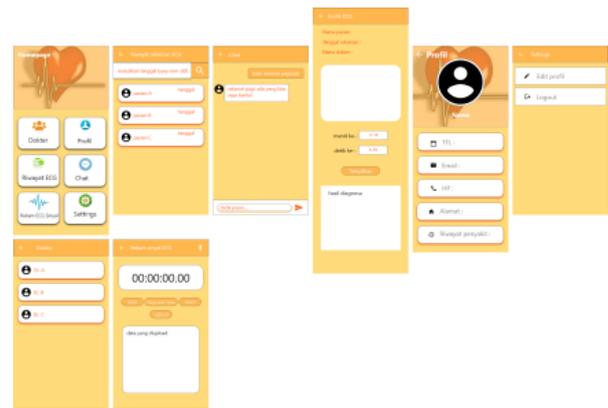
I. PENDAHULUAN

TELEKARDIOLOGI memiliki arti suatu kegiatan medis yang berhubungan dengan studi dan perawatan kelainan-kelainan pada sistem kardiovaskular, yaitu jantung, pembuluh darah, dan pembuluh nadi yang dapat dilakukan secara jarak jauh. Dalam 15 tahun terakhir, penyakit jantung merupakan penyebab utama kematian secara global. Pada tahun 2019, dari 55,4 juta kematian di seluruh dunia, lebih dari setengah (55%) disebabkan oleh 10 penyebab kematian teratas. Pada tahun 2016, penyakit jantung iskemik dan stroke merupakan pembunuh terbesar di dunia, yang apabila digabungkan jumlahnya menyebabkan 15,2 juta kematian [1]. Di Indonesia, penyakit jantung dan pembuluh juga menjadi penyebab kematian terbesar. Pada tahun 2016, sebesar 36,3 persen dari jumlah total kematian yang ada di Indonesia disebabkan oleh penyakit jantung dan pembuluh darah, data tersebut berasal dari Institute for Health Metrics and Evaluation yang mana merupakan lembaga statistik kesehatan asal Amerika. Yang kemudian disusul oleh penyakit kanker dan diabetes yang juga menimbulkan banyak kematian. Indonesia sendiri mendapat peringkat ke-3 di ASEAN setelah Laos dan Filiphine dalam hal jumlah kematian yang disebabkan penyakit kardiovaskular pada tahun 2016 [2]. Salah satu cara untuk mengurangi resiko kematian yang disebabkan penyakit kardiovaskular adalah melakukan pemeriksaan jantung sejak dini. Pemeriksaan kesehatan jantung dapat menggunakan Electrocardiogram (ECG).

Elektrokardiograf merupakan alat yang digunakan untuk tes kesehatan jantung yang mana tes tersebut disebut Electrocardiogram. Elektrokardiograf dapat menunjukkan



Gambar 1. Arsitektur dan Diagram Blok Kerja Sistem.



Gambar 2. Desain UI Aplikasi Pasien.

kecepatan detak jantung pada seseorang. Denyut jantung tersebut berupa sinyal listrik yang telah ditangkap oleh sensor. ECG digunakan untuk menampilkan aktivitas pada jantung dapat bentuk grafik, hal tersebut memiliki tujuan untuk memudahkan tenaga medis agar mendiagnosis apakah detak jantung pada pasien tersebut normal atau terdapat kelainan. Pemeriksaan rekaman ECG biasanya hanya dapat dilakukan di rumah sakit dengan fasilitas lengkap. Hal tersebut membuat pasien jantung menjadi malas untuk memeriksakan kesehatan jantungnya ke Rumah Sakit. Terlebih lagi disaat kondisi pandemi COVID 19. Rumah Sakit merupakan salah satu tempat yang beresiko menyebabkan penyebaran virus COVID 19. Maka dari itu dibutuhkan sebuah sistem telekardiologi menggunakan aplikasi android agar pasien dan dokter dapat melakukan pemeriksaan secara online tanpa harus pergi ke Rumah Sakit.

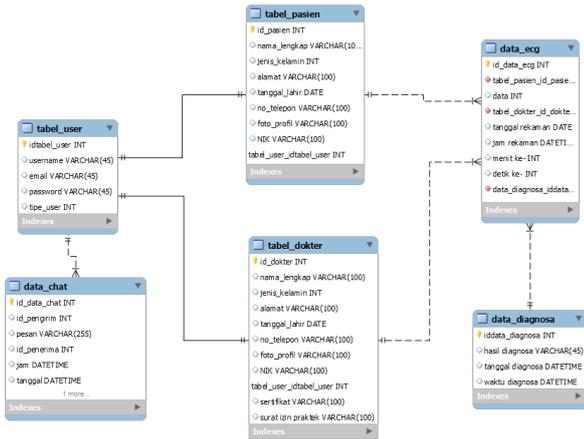
Pemeriksaan rekaman ECG masih dilakukan secara offline di Rumah Sakit. Kondisi pandemi COVID 19 menyebabkan Rumah Sakit menjadi tempat yang beresiko penyebaran virus. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem telekardiologi dengan menggunakan aplikasi android yang dapat digunakan pasien untuk mengambil sinyal ECG dan mengirim data



Gambar 3. Desain UI Aplikasi Dokter.



Gambar 5. Perangkat ECG.



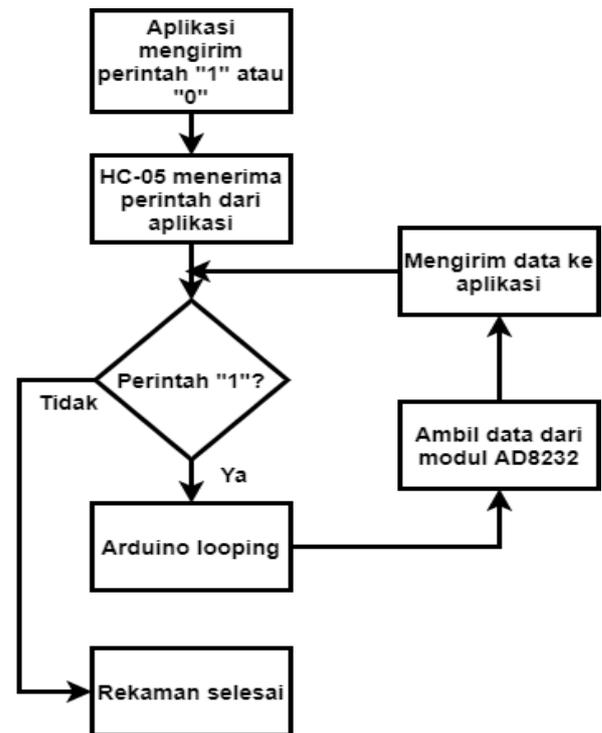
Gambar 4. Desain Database.

sinyal ECG kepada dokter spesialis sehingga pasien dapat berkonsultasi dirumah pribadi.

Penelitian yang terkait dengan judul yang kami ajukan adalah "IoT based Real Time ECG Monitoring System using Cypress WICED". (Uttam U. Deshpande, Milan A. Kulkarni) [3]. Penelitian ini merancang dan menerapkan sistem pemantauan ECG berdasarkan Cypress Wireless Internet Connectivity for Embedded Devices (WICED) dan membandingkannya dengan Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee dan BLE untuk membuktikan kecepatannya mengirim data yang lebih tinggi dan memiliki cakupan area yang lebih luas. Selain itu juga ada penelitian terkait yang berjudul "An IoT-cloud Based Wearable ECG Monitoring System for Smart Healthcare". (Zhe Yang, Qihao Zhou, Lei Lei, Kan Zheng, Wei Xiang). Penelitian ini merancang dan menerapkan sistem pemantauan EKG berdasarkan teknik IoT cloud. Penelitian ini juga menggunakan Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee dan BLE untuk mengirim data ke cloud. Cloud IoT bertanggung jawab untuk memvisualisasikan data EKG kepada pengguna dan menyimpan data untuk analisis lebih lanjut, yang diimplementasikan atas dasar tiga server, yaitu server HTTP, Server MQTT, dan server penyimpanan.

II. URAIAN PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penerapan dari bidang Mobile Programming dan Internet of Things yang bertujuan untuk membangun sistem monitoring detak jantung pasien serta agar pasien jantung dapat berkonsultasi dengan dokter spesialis melalui aplikasi android. Gambar 1 merupakan arsitektur dan blok diagram alur kerja sistem. Aplikasi android menjadi dapat mengambil data sinyal jantung pasien yang telah dideteksi oleh sensor AD8232 melalui modul



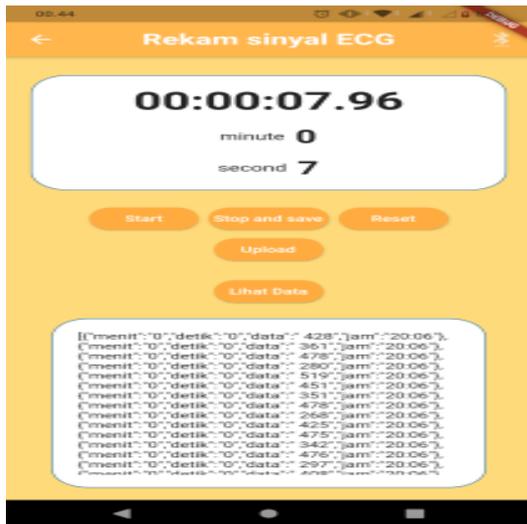
Gambar 6. Mekanisme kerja akuisisi data.

bluetooth HC-05. Aplikasi dapat mengirimkan data sinyal jantung pasien kepada dokter spesialis serta terdapat fitur chatting agar pasien dapat berkonsultasi dengan dokter

A. Desain UI Aplikasi

Aplikasi android memiliki 2 desain yaitu untuk dokter dan pasien. Desain UI aplikasi untuk pasien memiliki fitur tambahan. Pada aplikasi pasien memiliki fitur untuk merekam sinyal ECG sedangkan pada aplikasi dokter tidak disediakan fitur tersebut. Desain aplikasi pasien ditunjukkan pada Gambar 2. Sedangkan desain UI untuk dokter ditunjukkan pada Gambar 3.

Pada kedua gambar 2 tersebut terdapat sedikit perbedaan desain antara milik dokter dengan pasien. Perbedaan pertama desain tersebut terdapat pada jumlah menu di homepage. Pada desain UI homepage milik dokter memiliki menu yang lebih sedikit daripada pasien, hal ini dikarenakan dokter tidak perlu menggunakan fitur rekam sinyal sinyal dan juga fitur melihat dokter lain. Perbedaan kedua terdapat pada layar grafik ECG yang berguna dapat menampilkan grafik sinyal jantung pada menit dan detik tertentu sesuai keinginan user. Perbedaan pada layar grafik ECG adalah pada layar dokter



Gambar 7. Implementasi desain UI layar rekaman data.

id_data_ecg	id_user	data	menit	detik	id_dokter	tanggal	jam	channel	clock	id_data_diagnosa
21249	1	503	0	0	2	2021-03-02	0:10:41	1	10:15	14
21250	1	496	0	0	2	2021-03-02	1:10:41	1	10:15	14
21251	1	499	0	0	2	2021-03-02	2:10:41	1	10:15	14
21252	1	4	0	0	2	2021-03-02	3:10:41	1	10:15	14
21253	1	92	0	0	2	2021-03-02	4:10:41	1	10:15	14
21254	1	497	0	0	2	2021-03-02	5:10:41	1	10:15	14
21255	1	493	0	0	2	2021-03-02	6:10:41	1	10:15	14
21256	1	4	0	0	2	2021-03-02	7:10:41	1	10:15	14

Gambar 8. tabel data_ecg pada database.

terdapat form dan tombol untuk menambahkan diagnosa sedangkan pada layar pasien hanya membutuhkan hasil diagnosa.

B. Desain Database

Pada penelitian ini kami menggunakan database MySQL. Dalam database terdapat 6 tabel yang diperlukan untuk menyimpan masing-masing data, yaitu:

1. tabel_user,
2. tabel_pasien,
3. tabel_dokter,
4. data_ecg,
5. tabel data_diagnosa,
6. dan tabel data_chat.

Berikut merupakan desain database pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.

C. Akuisisi Data ECG

Akuisisi data pada penelitian ini menggunakan sensor ECG AD8232. Setelah sensor AD8232 membaca sinyal jantung pasien, kemudian data sinyal jantung akan diproses pada mikrokontroler arduino. Setelah data sinyal diproses oleh arduino, data sinyal akan dikirimkan melalui serial bluetooth HC-05. Baudrate yang digunakan pada modul bluetooth HC-05 adalah 57600. Data sinyal ECG yang dikirimkan pada aplikasi android akan disimpan sementara pada file.txt. Akuisisi data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebesar kurang lebih 128 Hz atau 128 data sampel sinyal tiap detik. Berikut merupakan perangkat ECG yang digunakan, ditunjukkan pada gambar 5.

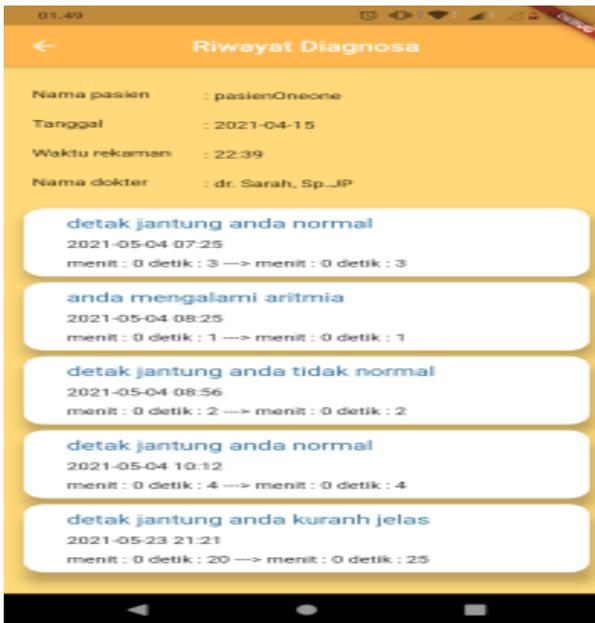


Gambar 9. Implementasi desain UI layar grafik ECG pada aplikasi pasien.



Gambar 10. Implementasi desain UI layar grafik ECG pada aplikasi dokter.

Mekanisme kerja pada akuisisi data adalah modul Bluetooth menunggu perintah dari aplikasi, kemudian aplikasi memberi perintah angka "1" yang mana berarti meminta alat mulai mengambil data. Disaat arduino menerima perintah "1" dari HC-05, arduino mulai melakukan ooping mengambil data dari sensor AD8232. Apabila waktu rekaman sudah berjalan selama 15 menit, aplikasi akan mengirim perintah angka "0" pada HC-05 yang mana berarti untuk menghentikan rekaman. Pada saat arduino menerima perintah "0" dari HC-05, maka arduino akan berhenti melakukan looping untuk mengambil data. Gambar 6 merupakan gambar diagram mekanisme kerja akuisisi data.



Gambar 11. Implementasi desain UI layar riwayat diagnosa pasien.

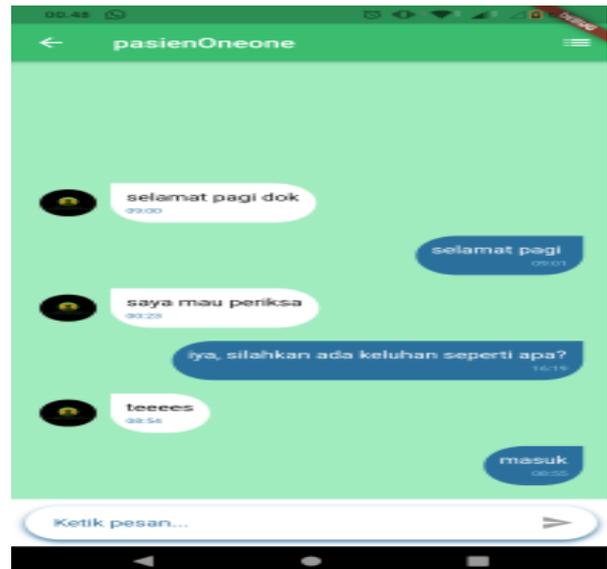


Gambar 12. Implementasi desain UI layar chatting pada aplikasi pasien.

D. Perekaman Data

Perekaman data dilakukan oleh aplikasi android. Proses rekaman pada pasien adalah kurang dari sampai dengan 15 menit. Berikut merupakan implementasi halaman rekaman data pada aplikasi android ditunjukkan oleh Gambar 7.

Selama proses rekaman berlangsung, aplikasi akan menerima data sinyal terus-menerus dari modul bluetooth HC-05. Aplikasi akan menyimpan data sinyal kedalam string saat proses rekaman berlangsung. Setelah rekaman selesai, aplikasi akan menyimpan data sinyal dari variabel string kedalam file.txt. Dapat dilihat pada layar rekaman (Gambar 7) terdapat stopwatch untuk mengetahui seberapa lama telah melakukan rekaman. Pada layar ini terdapat 4 tombol, yaitu tombol Start yang berfungsi untuk memulai rekaman, Stop



Gambar 13. Implementasi desain UI layar chatting pada aplikasi dokter.

Tabel 1. Data percobaan rekaman data selama 15 menit

Delay (ms)	Uji ke-	Durasi rekaman	Jumlah data diterima	Sampling rate	Force close	Durasi upload
5	1	15:00.09	118317	131	tidak	02:25
	2	15:00.55	118214	131	tidak	02:27
	3	15:00.73	118235	131	tidak	02:46
	4	15:01.75	118229	131	tidak	02:58
	5	15:00.34	118143	131	tidak	02:46
4	1	15:00.76	136919	152	tidak	01:40
	2	15:00.53	136070	151	tidak	01:38
	3	15:01.48	136145	151	tidak	01:19
	4	15:02.32	136544	151	tidak	00:55
	5	15:00.46	136297	151	tidak	00:47
3	1	15:00.49	161161	179	tidak	03:37
	2	15:14.86	162735	180	tidak	01:37
	3	15:00.65	160370	178	tidak	02:36
	4	15:00.54	161134	179	tidak	03:15
	5	15:00.76	161743	179	tidak	01:45
2	1	15:00.61	196266	218	tidak	01:50
	2	15:00.42	194900	216	tidak	03:34
	3	15:00.41	194790	216	tidak	02:15
	4	15:00.44	194999	216	tidak	01:43
	5	15:00.61	195129	216	tidak	03:22
1	1	15:00.13	248298	275	tidak	04:51
	2	15:00.34	248573	276	tidak	05:05
	3	15:00.41	248790	276	tidak	02:24
	4	15:00.54	252201	280	tidak	04:56
	5	15:00.56	249855	277	tidak	02:04

and Save berfungsi untuk menghentikan rekaman dan menyimpan data dalam file.txt, tombol Reset berfungsi untuk mengembalikan stopwatch dengan keadaan waktu 00:00:00.00, tombol Upload yang berguna untuk mengupload data sinyal menuju database, dan yang terakhir adalah tombol Lihat Data yang berguna untuk menampilkan isi dari file.txt. Isi file.txt ditampilkan pada box putih seperti yang tertera dibawah tomboh Lihat Data.

E. Penyimpanan Data

Data rekaman sinyal ECG yang diupload oleh aplikasi pada database disimpan dalam tabel data_ecg. Data ECG disimpan beserta atribut lainnya sesuai kolom yang ada pada tabel data_ecg. Berikut merupakan potongan database pada tabel data_ecg yang ditunjukkan pada Gambar 8.

F. Menampilkan Data

Data yang telah disimpan pada database yaitu dalam tabel data_ecg dapat diambil oleh aplikasi dokter dan pasien untuk ditampilkan dalam bentuk grafik. Pada screen grafik ECG,

Tabel 2.

Data percobaan persentase data hilang

Delay (ms)	Uji ke-	Jumlah sampel arduino	Jumlah data diterima	Sampling rate	Data hilang (%)
5	1	118709	118317	131	0.33
	2	118350	118214	131	0.26
	3	118631	118235	131	0.33
	4	118468	118229	131	0.20
	5	118364	118143	131	0.18
3	1	161562	161161	179	0.24
	2	163321	162725	180	0.32
	3	160833	160370	178	0.28
	4	161645	161134	179	0.31
	5	162331	161743	179	0.36



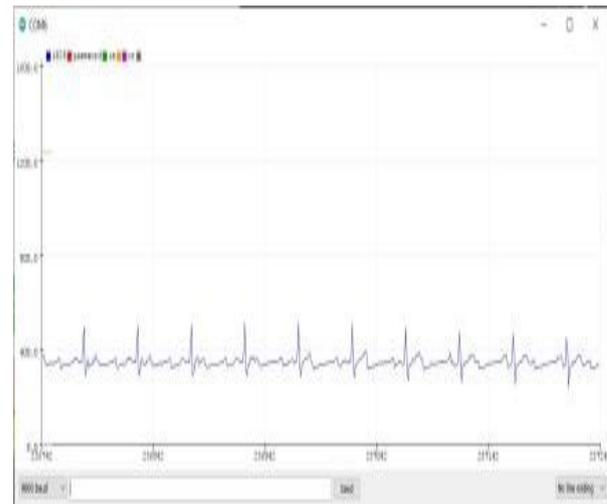
Gambar 14. Grafik ECG yang diterima aplikasi.

pengguna dapat melihat data ECG sesuai dengan waktu yang ditentukan yaitu pada (menit awal, detik awal) sampai dengan (menit akhir, detik akhir) dengan selisih waktu detik yang dapat diatur pada box (parameter range). Pengguna juga dapat melihat data selanjutnya dengan menekan tombol "selanjutnya" serta dapat kembali ke data sebelumnya dengan menekan tombol "sebelumnya". Berikut adalah tampilan dari screen Grafik sinyal ECG dokter ditunjukkan pada Gambar 9. Pada grafik tersebut terdiri dari sumbu X dan sumbu Y. Sumbu X merupakan data ECG yang diambil dari kolom data pada tabel data_ecg, sedangkan sumbu Y merupakan data dari kolom jam pada tabel data_ecg (Gambar 10). Untuk tampilan Grafik sinyal ECG pasien tidak jauh berbeda. Berikut adalah tampilan dari screen Grafik sinyal ECG pasien ditunjukkan pada Gambar 10.

Dapat dilihat pada screen dokter (Gambar 10) terdapat box berwarna abu-abu dengan keterangan "Tulis diagnosa disini" yang berarti pada screen dokter dapat ditambahkan diagnosa melalui box tersebut dan kemudian diupload dengan cara menekan tombol "Upload data diagnosa". Sedangkan pada screen pasien (Gambar 9) hanya terdapat box putih tanpa ada tombol upload data diagnosa. Box putih tersebut adalah tempat hasil diagnosa yang diberikan oleh dokter.

G. Halaman Diagnosa Data

Diagnosa sinyal ECG dilakukan secara manual yaitu oleh dokter. Dokter dapat menambahkan diagnosa pada rekaman



Gambar 15. Grafik ECG yang dikirim Arduino.

ECG pasien dimenit dan detik tertentu, dapat dilihat pada Gambar 9 sebelumnya. Pada screen tersebut terdapat box untuk dokter yang berfungsi untuk tempat menambahkan diagnosa. Setelah dokter selesai menambahkan diagnosa, kemudian dapat mengupload ke database melalui tombol "Upload data diagnosa". Diagnosa yang telah diupload ke database akan disimpan pada tabel data_diagnosa. Kemudian data diagnosa dapat ditampilkan pada aplikasi smartphone pasien seperti yang ditunjukkan Gambar 11.

H. Fitur Chat

Pada aplikasi ini tersedia fitur chat agar pasien dapat berkonsultasi dengan dokter spesialis. Untuk cara kerja pada screen chat ini, aplikasi akan melakukan refresh setiap detik dan akan mengambil data dari database yaitu pada tabel data_chat agar pesan terbaru pada screen chat dapat muncul. Saat mengirim pesan, pesan dari kedua user pasangan chat akan diupload pada tabel yang sama. Untuk membedakannya terdapat pada kolom id_pengirim dan id_penerima yang terdapat pada tabel data_chat (Gambar 8). Tampilan screen chat pasien dapat dilihat pada Gambar 12.

Pada layar chat juga terdapat icon di pojok kanan atas yang berfungsi untuk jalan pintas. Pada Chatscreen pasien terdapat 2 icon yaitu icon sinyal ECG dan icon tiga garis. Icon sinyal ECG akan mengarahkan pasien menuju layar rekam data ECG sedangkan icon tiga garis akan mengarahkan pasien menuju layar riwayat rekaman ECG.

Sedangkan pada Chatscreen dokter yang ditunjukkan pada gambar 13 hanya terdapat satu icon yang akan mengarahkan dokter menuju layar riwayat rekaman ECG yang dikirimkan oleh pasien.

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Rekaman Selama 15 Menit

Pada bagian ini, pengujian dilakukan dengan cara merekam data ECG yang dikirimkan oleh arduino. Pada pengujian ini menggunakan baudrate sebesar 57600. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak jumlah sampel dalam tiap detik dengan cara membandingkan jumlah data yang dikirim oleh mikrokontroler arduino dengan durasi rekaman ECG. Selain itu pengujian ini juga dilakukan untuk menguji apakah aplikasi dapat berjalan hingga

mencapai durasi 15 menit. Berikut adalah tabel yang merupakan hasil percobaan selama 15 menit.

Pada tabel 1 terdapat kolom *sampling rate* yang mana merupakan jumlah sample yang berhasil diterima oleh aplikasi dalam 1 detik. Perhitungan frekuensi sampling dengan cara perbandingan antara jumlah data diterima dengan durasi rekaman. Selain itu juga terdapat kolom *Force close* dimana merupakan hasil pengujian yang menyatakan apakah aplikasi mengalami error atau kendala saat proses rekaman berlangsung. Force close merupakan suatu keadaan dimana aplikasi mengalami pemberhentian paksa pada saat ditengah proses berjalan. Hasil yang didapatkan dari 15 kali pengujian rekaman dinyatakan aplikasi tidak mengalami Force close.

B. Pengujian Durasi Pengiriman Data Menuju Database

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengupload data menuju database. Pengujian dilakukan dengan cara merekam data ECG secara bertahap untuk diupload yaitu dari 1 menit sampai 15 menit. Pada pengujian ini baudrate modul HC-05 yang digunakan adalah 9600 dan delay yang digunakan pada arduino sebesar 10 ms serta data diupload menuju server online. Dari masing-masing tahap rekaman tersebut akan dibandingkan berapa waktu yang dibutuhkan untuk upload data. Data hasil durasi upload terdapat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat perbandingan durasi upload antara sampling rate 131 hingga sampling rate 280. Dari tabel tersebut dapat dilihat durasi upload yang diperlukan tidak pasti atau juga dapat dikatakan tidak linier apabila dibandingkan dengan durasi rekaman. Hal tersebut karena database ada pada server online maka tergantung jaringan internet yang digunakan. Apabila pada saat upload data memiliki jaringan internet yang bagus maka durasi upload akan berjalan lebih cepat. Sebaliknya apabila pada saat upload data memiliki jaringan internet yang kurang bagus maka proses upload akan berjalan lebih lama. Pada tabel 1 data durasi waktu upload terlama diperoleh pada delay waktu 1 ms pada percobaan ke-2 yaitu 5 menit lebih 5 detik.

C. Pengujian Persentase Data Hilang

Pada bagian ini, pengujian dilakukan dengan cara merekam data ECG yang dikirimkan oleh arduino. Pada pengujian ini menggunakan baudrate sebesar 57600. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak data yang hilang dengan cara membandingkan data yang dikirim oleh mikrokontroler arduino dengan data yang diterima oleh aplikasi. Pada pengujian ini, serial monitor pada Arduino IDE akan menampilkan data ECG yang berhasil dibaca oleh sensor AD8232. Setiap data yang dibaca oleh sensor akan diberi nomor sampel oleh program arduino sehingga total jumlah sampel dapat diketahui melalui serial monitor. Data yang dikirim Arduino menuju Aplikasi melalui Bluetooth HC-05 tidak selalu diawali dengan data dengan nomer sampel ke-1, data dengan nomor sampel awal yaitu sampel 1 sampai dengan sampel 6 sering kali terpotong dan tidak terkirim. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor seperti jeda waktu proses eksekusi perintah pada program, jeda proses transmisi data pada awal terkoneksi

Bluetooth, dan beberapa faktor tertentu. Berikut adalah tabel yang merupakan hasil percobaan selama 15 menit (Tabel 2).

D. Pengujian Perbandingan Grafik dari Arduino dengan Aplikasi

Pada tahap ini, dilakukan pengujian dengan cara membandingkan grafik ECG yang telah ditampilkan oleh aplikasi android dengan grafik ECG yang ditampilkan oleh serial ploter yang merupakan tools dari Arduino IDE. Pengujian ini bertujuan untuk mencari apakah terdapat keanehan pada grafik ECG yang ditampilkan oleh aplikasi. Apabila terdapat keanehan atau anomaly pada grafik ECG yang ditampilkan pada Aplikasi, berarti terdapat kesalahan pada data yang diterima seperti hilangnya data karena terdapat masalah pada saat proses pengiriman data. Berikut adalah hasil grafik ECG yang ditampilkan oleh aplikasi Gambar 14.

Sedangkan grafik ECG yang ditampilkan pada serial ploter Arduino IDE ditunjukkan pada Gambar 15. Berdasarkan kedua gambar diatas, apabila dibandingkan maka kedua gambar tersebut cukup mirip. Dengan demikian berarti hasil grafik ECG yang ditampilkan oleh aplikasi android cukup sesuai dengan grafik ECG yang ditampilkan oleh serial ploter Arduino IDE.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan data ECG dengan menggunakan sensor AD8232 dan kemudian dikirimkan menuju aplikasi android melalui modul bluetooth HC-05. Pengambilan data tersebut dilakukan selama 15 menit. Setelah semua data diterima oleh aplikasi, data kemudian akan diupload menuju database. Data yang telah diupload di database dapat diakses oleh Dokter Spesialis agar dapat diberi diagnosa melalui aplikasi android. Aplikasi android juga memiliki fitur chat sehingga pasien dapat berkonsultasi dengan dokter.

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa sebagai kesimpulan yaitu: aplikasi dapat merekam data maksimal dengan sampling rate sebesar 280 sampel/detik, hasil pengujian untuk menghitung data yang hilang menunjukkan bahwa data yang hilang setiap percobaan adalah kurang dari 1%, aplikasi dapat berjalan optimal saat merekam data dengan sampling rate dibawah 200 sampel/detik, aplikasi dapat merekam data selama 15 menit dengan menggunakan baudrate 57600 pada HC-05 dan delay 1 ms pada arduino, durasi upload dengan sampling rate 275 sampai 280 memiliki rata-rata selama 3 menit 52 detik, durasi upload data menuju database pada hasil pengujian telah yang dilakukan paling lama adalah 5 menit 5 detik dan yang paling cepat adalah 47 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO, "The Top 10 causes of death," 2018. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Indonesia dalam Risiko Penyakit Kardiovaskular," Jakarta: Kementria Kesehatan Republik Indonesia" 2018. .
- [3] U. U. Deshpande and M. A. Kulkarni, "IoT based real time ECG monitoring system using cypress WICED," *Int. J. Adv. Res. Electr.*, vol. 6, no. 2, pp. 710–720, 2017, doi: 10.15662/IJAREEIE.2017.0602035.