

## Sistem Pelaporan *Telecardiac Monitoring* Melalui Layanan Pesan Singkat (SMS)

Norma Hermawan<sup>\*1</sup>, Achmad Arifin<sup>1</sup> dan Muhammad Farid Retistiano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Biomedik, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

<sup>2</sup>Application and System Engineering, National Instruments

\* Corresponding author, e-mail: norma.hermawan@bme.its.ac.id

**Abstrak**— Keterbatasan jarak pada sistem pengukuran ECG tradisional dapat diatasi dengan menerapkan sistem *telecardiac monitoring* berbasis radio paket. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas dari *telecardiac monitoring* tersebut dengan menambahkan fitur pengiriman layanan pesan singkat (*Short Message Service* – SMS). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Data ringkasan hasil pemantauan pasien dapat dilaporkan ke tenaga medis ahli jantung melalui telepon seluler secara terjadwal (*telecardiac reporting*). Dengan metode ini, tenaga medis ahli tidak diharuskan untuk berada pada sistem penerima *telecardiac monitoring* setiap saat. Pengujian sistem pelaporan *telecardiac reporting* ini menunjukkan pengiriman data ringkasan dengan kecepatan maksimum hingga 60 SMS per menit. Keberhasilan pengiriman SMS hingga 100% pada 20 percobaan menunjukkan bahwa protokol ARQ pada SMS berfungsi dengan baik dalam kondisi wajar. Pengukuran delay transmisi SMS menunjukkan hasil bervariasi untuk setiap operator telepon seluler dengan rata-rata 2.5 detik. Hasil pengujian tersebut telah sesuai dengan kebutuhan pada perangkat lunak uji untuk pelaporan hasil monitoring dengan periode yang dapat diatur mulai dari 1 detik hingga maksimum 40 hari.

*Kata Kunci* : ECG, Sistem Pelaporan, Telecardiac Monitoring, Layanan Pesan Singkat

**Abstract**— Distance obstacle in traditional cardiac measurement and monitoring has been resolved by packet radio based telecardiac monitoring system. The purpose of this research is to improve telecardiac monitoring flexibility by appending scheduled reporting feature over Short Message Service (SMS). This research uses experimental method. System sends monitoring summary to cardiologist via cellular phone periodically. By employing this method, the medical expert is not required to stay in front of telecardiac monitoring receiver perpetually. The experiment with telecardiac reporting system has shown the transmission of monitoring summary with maximum rate of up to 60 SMS per minute. The success rate of up to 100% SMS delivery in 20 experiments indicates that the ARQ protocol on SMS works ideally in normal condition. Measurement of SMS transmission delay gives different results for every cellular operator with 2.5 seconds on average. The test results met with the requirements of the test software for reporting monitoring results with a configurable period ranging from 1 second to 40 days.

*Keywords* : ECG, Reporting System, Telecardiac Monitoring, Short Message Service (SMS)

### 1. Pendahuluan

Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia dan Indonesia [1] [2]. permasalahan ini diperparah dengan kondisi sumber daya manusia, fasilitas dan peralatan kesehatan yang belum tersebar secara merata, terutama di daerah pelosok [3]. Salah satu indikator kesehatan jantung seseorang dapat dilihat dari pola ECG orang tersebut [4] [5].

Keterbatasan jarak pada teknik pengukuran ECG tradisional di daerah pelosok dapat dipecahkan dengan menerapkan sistem *telecardiac monitoring* melalui kanal radio. Sistem ini mengintegrasikan kemampuan ekstraksi parameter temporal sinyal jantung

dengan teknik pengolahan sinyal digital dan kemampuan transmisi data melalui frekuensi radio menggunakan protokol AX.25 [6].

Penelitian ini memperbaiki kinerja dari sistem *telecardiac monitoring* dengan menambahkan fitur SMS yang mengirimkan ringkasan hasil monitoring melalui jaringan GSM menuju telepon seluler tenaga medis. Integrasi sistem *telecardiac monitoring* melalui kanal radio dengan jaringan komunikasi SMS dapat meningkatkan fleksibilitas teknik pengukuran ECG jarak jauh. Namun demikian, terdapat tantangan yang harus dipecahkan untuk merealisasikan sistem ini, yaitu pemilihan modul GSM yang memiliki kemampuan untuk

Received date 2018-08-01, Revised date 2018-10-25, Accepted date 2018-10-26

<https://doi.org/10.25077/jnte.v7n3.576.2018>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

diintegrasikan ke sistem eksisting dengan mudah, integrasi modul GSM dengan software telecardiac monitoring, serta perancangan software untuk penjadwalan pengiriman data pelaporan hasil monitoring.

## 2. Tinjauan Pustaka

Terjadinya kontraksi jantung merupakan akibat dari fase repolarisasi dan depolarisasi yang terjadi secara periodik. Siklus ini menghasilkan pola kelistrikan yang dikenal sebagai gelombang PQRST. Fitur-fitur dari gelombang inilah yang kemudian diekstraksi dan dapat menjadi petunjuk bagi seorang dokter untuk menegakkan sebuah diagnosa. Fitur yang dapat diekstraksi dari gelombang ini antara lain interval R-R dan laju detak jantung. Kondisi abnormalitas yang bisa didapatkan dari mengerahui fitur tersebut dapat berupa ketidakteraturan detak jantung, infarksi otot jantung, abnormalitas konduksi dan beberapa penyakit lainnya [7].

Pengukuran sinyal jantung dilakukan dengan menggunakan alat *Electrocardiograf (ECG)*, yang mengharuskan pasien dan ahli jantung berada di tempat yang sama. Implementasi sistem telecardiac monitoring memecahkan permasalahan ini, sehingga pasien yang berada di daerah pelosok dapat diamati oleh ahli jantung dari tempat lain.

### 2.1 Telecardiac Monitoring

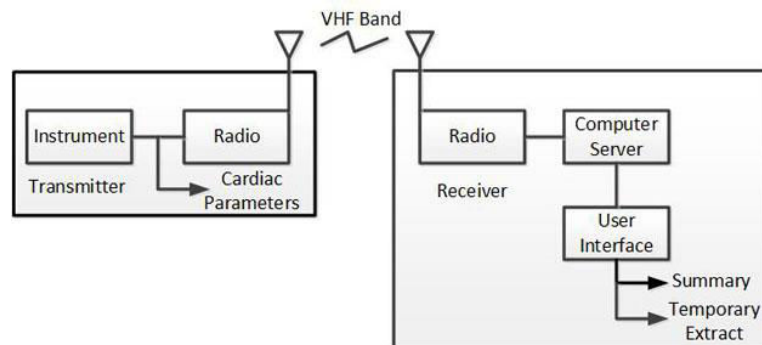
Pada sistem *telecardiac monitoring* melalui kanal radio, sinyal ECG diproses pada *remote instrument*, kemudian dikirimkan ke perangkat penerima untuk ditampilkan. Data yang

dikirimkan pada sistem ini dapat berupa data mentah, maupun hasil ekstraksi parameter temporal (Gambar 1).

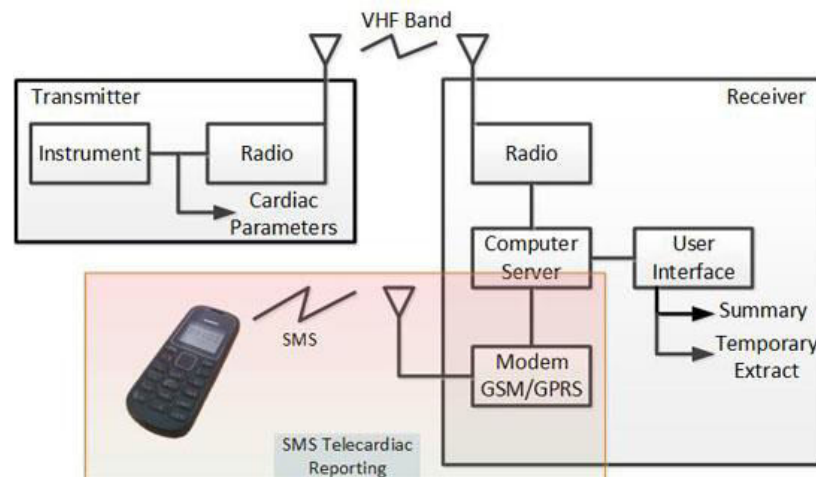
Pengiriman data mentah memberikan informasi yang lebih lengkap dan informatif. Namun demikian, pengiriman data mentah memerlukan jalur data yang besar, sehingga perlu dilakukan proses ekstraksi untuk mendapatkan parameter temporal jantung. Hasil ekstraksi yang dikirimkan ke perangkat penerima ditampilkan dalam bentuk ringkasan. Dengan adanya pilihan jenis data yang dikirimkan, maka transmisi data dapat disesuaikan dengan keadaan komunikasi radio yang tersedia.

Proses ekstraksi pada remote instrument memainkan peranan penting dalam rangka untuk membatasi kebutuhan bandwidth data komunikasi radio. Protokol yang digunakan pada sistem uji coba untuk transmisi data adalah AX.25 untuk paket data radio amatir [6].

Pada penelitian ini, fleksibilitas sistem telecardiac monitoring ditingkatkan, sehingga seorang tenaga ahli analisis sinyal jantung tidak perlu berada di depan perangkat penerima secara terus menerus. Untuk itu, data yang telah diterima oleh server diteruskan ke perangkat telepon seluler tenaga medis tersebut melalui media SMS. Media SMS dipilih karena metode ini merupakan fitur dasar yang dimiliki setiap telepon seluler dan didukung oleh semua jaringan operator seluler. Diagram blok dari sistem pelaporan *telecardiac monitoring* melalui SMS yang menjadi inti penelitian ini ditunjukkan pada blok *SMS Telecardiac reporting* pada Gambar 2.



Gambar 1. Sistem Telecardiac Monitoring menggunakan Radio Paket



Gambar 2. Sistem Pelaporan Telecardiac Monitoring

## 2.2 Modem GSM/GPRS

Modem data yang digunakan untuk pengujian adalah Huawei® E161. Modem ini dapat digunakan pada jaringan GSM, GPRS, EDGE, HSPA, HSDPA dan UMTS. Dukungan jaringan dan ketersediaan perangkat menjadi alasan dipilihnya modem ini untuk implementasi perangkat keras sistem pelaporan *telecardiac monitoring*.

Perangkat modem dapat diinterkoneksi ke sebuah komputer secara sederhana melalui antarmuka USB dengan *class device* serial port.

Perintah pada software pelaporan telecardiac monitoring dikirimkan ke modem dengan protokol AT Command yang umum. Beberapa percobaan untuk mengkarakterisasi perintah modem ini menunjukkan bahwa modem layak untuk digunakan sebagai perangkat interface sistem pelaporan pada prototype *telecardiac monitoring*.

Pengiriman SMS dengan menggunakan modem GSM dapat dilakukan dengan mengirimkan perintah

```
AT+CMGS=<nomor><CR>
```

Setelah mendapatkan perintah tersebut, modem akan memberikan balasan berupa karakter '>'. Setelah itu, pesan dikirimkan ke modem diikuti dengan sebuah karakter *substitute* <ctrl+z>. Proses transaksi data dengan beberapa kali request dan reply ini dapat ditangani perangkat lunak dengan metode *event-driven state machine*.

## 3. METODA

Sistem pelaporan melalui SMS dirancang untuk meningkatkan fleksibilitas dari sistem telecardiac monitoring yang telah ada. Dengan sistem ini, maka tenaga medis tidak perlu berada di depan perangkat *telecardiac monitoring* setiap saat, karena ringkasan hasil monitoring akan dikirimkan secara periodik melalui SMS. Bagian terpenting dalam sistem pelaporan *telecardiac monitoring* adalah perancangan perangkat lunak untuk penjadwalan SMS dan interkoneksi ke modem.

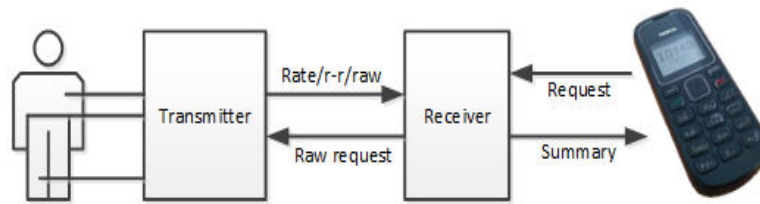
Perancangan system telecardiac reporting ini dibagi ke dalam empat bagian, yaitu rancangan umum sistem, perancangan antarmuka modem GSM/GPRS, implementasi perangkat lunak dan antar muka pengguna grafis

Metode pengujian dilakukan untuk mendapatkan data dari karakterisasi modem GSM/GPRS, pengujian fitur periodic reporting dan rata-rata waktu transmisi SMS pada jaringan operator seluler.

### 3.1 Rancangan Umum

Perangkat keras yang dibutuhkan untuk merealisasikan sistem ini berupa sebuah modem yang dapat diinterkoneksi dengan perangkat lunak telecardiac monitoring.

Bagian transmitter dari sistem telecardiac monitoring melakukan akuisisi dan ekstraksi ECG menghasilkan parameter temporal sinyal jantung.



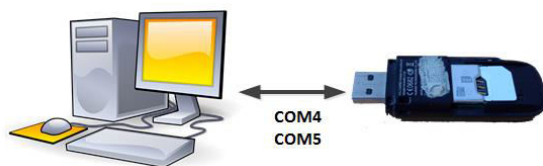
Gambar 3. Transaksi Data pada Sistem Pelaporan *Telecardiac Monitoring*

Hasil ekstraksi ini kemudian dikirimkan secara periodik ke perangkat penerima untuk mendapatkan pola ritme jantung dalam bentuk seri waktu. Pada sisi penerima, sinyal monitoring berupa parameter temporal ini ditampilkan dan sekaligus disimpan ke database. Pada saat diperlukan, perangkat penerima dapat mengirimkan perintah berupa permintaan data mentah ke perangkat pengirim, pada waktu yang ditentukan. Permintaan data mentah ini diperlukan jika tenaga medis ahli jantung memerlukan data yang lebih lengkap pada waktu tertentu tanpa harus mengorbankan bandwidth komunikasi data. Pada saat yang sama, proses monitoring tetap dapat berjalan terus menerus.

Selain ditampilkan dan disimpan ke database, pada periode tertentu, data monitoring tersebut diteruskan ke telepon seluler dengan nomor yang telah ditentukan sebagai laporan (*telecardiac reporting*). Sebaliknya, telepon seluler dapat mengirimkan permintaan ke perangkat penerima telecardiac monitoring untuk mengirimkan laporan, tanpa menunggu tibanya waktu pengiriman periodik (Gambar 3).

### 3.2 Antarmuka Modem GSM/GPRS

Interkoneksi modem GSM/GPRS ke PC dilakukan dengan memanfaatkan antarmuka USB pada modem (Gambar 4). Firmware dan driver modem telah disediakan vendor untuk sistem operasi Windows®.



Gambar 4. Antarmuka Modem GSM/GPRS ke Komputer

Setelah disambungkan, modem akan muncul di perangkat komputer sebagai dua buah serial (COM) port, yaitu “*Huawei Mobile Connect – 3G Application Interface*” dan “*Huawei Mobile Connect – 3G PC UI Interface*”. AT Command ke modem dikirimkan ke port “*Huawei Mobile Connect – 3G PC UI Interface*” (Gambar 5). Konfigurasi awal dari serial port tersebut adalah 9600 bps, 8 data bits, no parity, 1 stop bit, dan no flow control.

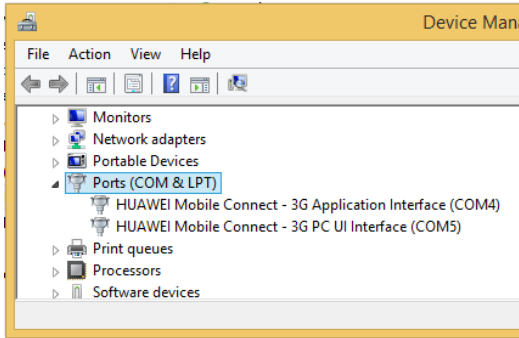
Perangkat lunak default modem yang digunakan untuk koneksi internet broadband 3G telah dilengkapi dengan fitur tambahan komunikasi SMS. Fitur ini dimanfaatkan untuk menguji dan memastikan dukungan penuh modem untuk sistem pelaporan *telecardiac monitoring*.

### 3.3 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak sistem *telecardiac reporting* dibagi menjadi empat bagian, yaitu RF Front-end, File IO Handler, Offline Signal Processing dan Modem Interface.

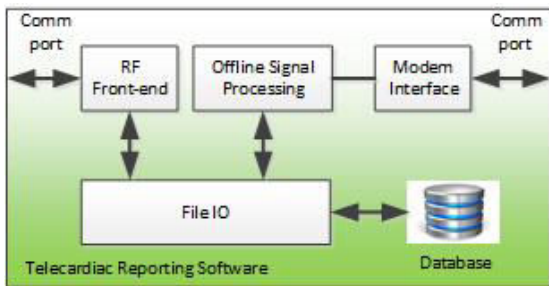
RF Front-end menangani transaksi data yang terjadi antara transmitter dengan receiver sistem *telecardiac monitoring* melalui protokol AX.25. Modem AX.25 terhubung dengan perangkat lunak telecardiac monitoring melalui komunikasi serial RS-232.

Dengan demikian, realisasi software bagian RF Front-end mempertimbangkan transaksi data yang terjadi pada komunikasi RF dalam bentuk paket serial berupa data string.



Gambar 5. Perangkat Modem GSM uji pada Device Manager

Arsitektur perangkat lunak *telecardiac reporting* ditunjukkan pada Gambar 6. *File IO handler* berfungsi untuk mengatur penggunaan file database secara bersamaan oleh task-task yang membutuhkan, sedangkan *offline signal processing* berfungsi untuk mengolah data yang telah tersimpan dalam database dan mengirimkan hasil pengolahannya ke *modem interface*.



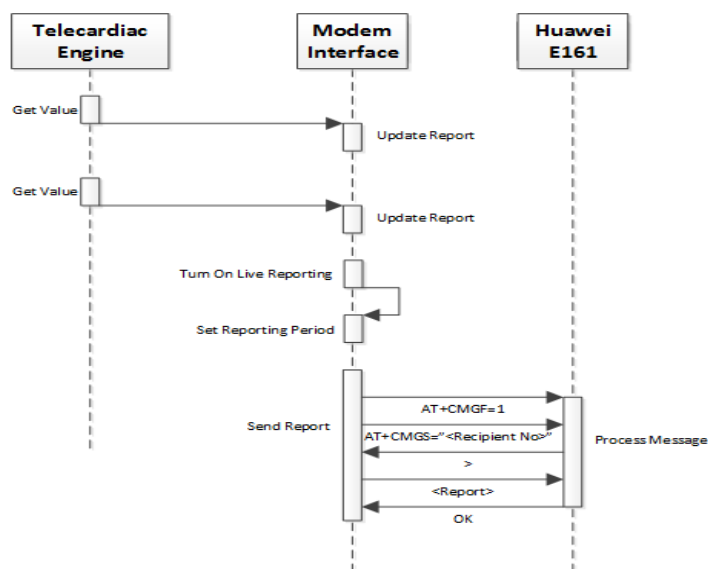
Gambar 6. Implementasi Perangkat Lunak Telecardiac Reporting

Bagian Modem Interface berfungsi untuk melakukan penjadwalan dan mengirimkan ringkasan hasil monitoring secara periodik ke modem GSM/GPRS. Protokol komunikasi yang digunakan adalah AT Command spesifik modem uji untuk pengiriman SMS command extended AT+CMGS [8]. Gambar 7 menunjukkan sequence diagram dari proses pada task modem interface.

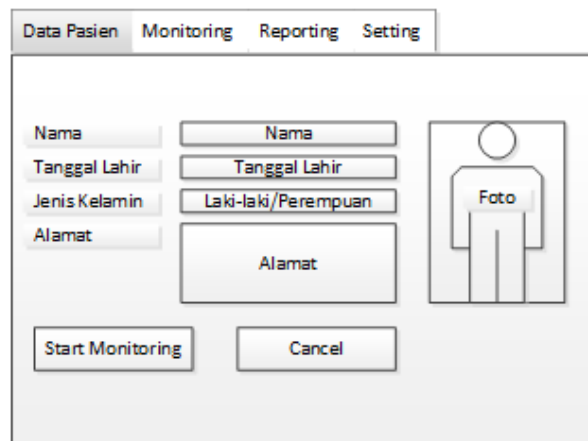
### 3.4 Antarmuka Pengguna Grafis

Perangkat lunak untuk telecardiac monitoring dirancang dengan menyediakan fitur-fitur yang disesuaikan kebutuhan monitoring, diantaranya yaitu periodic reporting dan reporting on request. Disamping itu, fitur offline analysis untuk data rekam ECG yang telah tersimpan di database ditambahkan sebagai penguat data diagnosis.

Antarmuka Pengguna Grafis (Graphical User Interface - GUI) pada system telecardiac monitoring and reporting berfungsi untuk menampilkan data mentah ECG maupun hasil dari ekstraksi parameter temporal yang telah dikirimkan. Hasil dari pengolahan ini ditampilkan ke sebuah display dan diteruskan ke kanal SMS. Rancangan GUI memiliki empat panel utama yang mencakup fitur utama dari sistem telecardiac monitoring and reporting yaitu Identitas Pasien, Fitur Monitoring, Fitur Reporting, dan Fitur Setting/Development



Gambar 7. Sequence Diagram Antarmuka Modem GSM/GPRS



Gambar 8. Desain Antarmuka Grafis Sistem *Telecardiac Reporting*

Panel identitas pasien pada software telecardiac monitoring berfungsi untuk menampilkan dan mengubah data pasien yang sedang dimonitor secara jarak jauh. Identitas pasien ini nantinya akan disimpan di record database dan dapat diasosiasikan dengan database electronic medical record. Panel identitas pasien mencakup data-data pasien yang meliputi nama, tanggal lahir, jenis kelamin dan alamat. Gambar 8 menunjukkan tampilan panel identitas pasien pada software telecardiac monitoring.

Panel monitoring pada software telecardiac menampilkan data monitoring dan setting parameter monitoring yang diberikan. Parameter yang dimonitor dapat berupa laju denyut jantung, interval R to R, maupun data mentah ECG. Periode pengambilan data parameter jantung dapat diatur mulai secara realtime, 1 detik hingga maksimum 40 hari. Jika pada suatu saat ditemukan suatu anomali pada pola periodik parameter, maka data mentah ECG dapat dimintakan dari system remote pada waktu yang dicurigai dengan durasi data yang dapat diatur. Hasil monitoring parameter dapat disimpan di suatu file logging di dalam computer.

Panel reporting memuat ringkasan dari aktifitas monitoring dan setting untuk parameter reporting. Jika mode *live report* dihidupkan dengan menekan tombol “turn on”, maka sistem telecardiac reporting akan mengirimkan hasil monitoring ke nomor yang telah diberikan secara periodik dengan waktu yang dapat diatur. Koneksi ke modem GSM/GPRS adalah menggunakan port serial, untuk itu, pengaturan koneksi serial diberikan pada panel. Selain itu, fitur telecardiac reporting juga mendukung analisis data mentah ECG, dengan hasil yang dapat dikirimkan melalui

SMS.

Panel setting berguna untuk tahap pengembangan perangkat lunak dan debugging. Fungsi dari panel ini berubah-ubah untuk setiap perkembangan versi dari software telecardiac. Pengaturan antarmuka dengan modem GSM menyediakan setting konfigurasi port serial dan terminal untuk uji coba AT Command.

#### 4. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian sistem telecardiac reporting dilakukan dengan melakukan simulasi pada software aplikasi berbasis GUI. Fitur utama yang akan diuji pada sistem telecardiac reporting ini adalah fitur periodic reporting dan pengujian reliabilitas jaringan SMS operator seluler. Karakterisasi modem dilakukan untuk mendapatkan data perintah yang didukung oleh modem tersebut.

##### 4.1 Karakterisasi modem

Pengujian ini dilakukan untuk menggali dukungan modem uji terhadap AT Command. Dari beberapa pengujian command sesuai dengan dokumen spesifikasi modem, nampak bahwa sebagian besar berfungsi dan mendapatkan respon OK. Semua perintah yang diperlukan untuk pengiriman SMS tersedia dan berfungsi normal.

```

Nama : Norma
Param: r-r
Monit Period: 10 Second(s)
Start: 14:25:08
<785,676,838,731,768,726,694,844,>
    
```

Gambar 9. Tampilan SMS uji pengiriman

Tabel 1 menunjukkan beberapa perintah yang telah terkonfirmasi dari percobaan karakterisasi AT command modem uji. Tampilan SMS laporan monitoring ditunjukkan pada Gambar .

**4.2 Pengujian Periodic Reporting**

Pengujian fitur *periodic reporting* untuk menampilkan kemampuan mengirimkan SMS secara periodik ditunjukkan pada Tabel 2. Protokol pengiriman SMS bersifat “best effort”, yaitu tidak menggaransi SMS benar-benar sampai handset penerima. Namun demikian, beberapa kali uji pengiriman SMS menunjukkan keberhasilan 100%. Hal ini menunjukkan berfungsinya mekanisme “automatic retry” dan “store and forward” pada level network.

Tabel 1. Dukungan AT Command Modem GSM

Command	Result Code
AT+CPMS=?	+CPMS: ("ME","MT","SM","SR"),("ME","MT","SM","SR"),("ME","MT","SM","SR")
AT+CPMS?	+CPMS: "SM",10,10,"SM",10,10,"SM",10,10
AT+CMGF=?	+CMGF: (0-1)
AT+CMGF?	+CMGF: 0
AT+CNMI=?	+CNMI: (0,1,2),(0,1,2,3),(0,2),(0,1,2),(0,1)
AT+CNMI?	+CNMI: 0,0,0,0,0
AT+CNMA=?	+CNMA: (0-2)
AT+CMGD=?	+CMGD: (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9),(0-4)
AT+CSCA=?	OK
AT+CSCA?	+CSCA: "+62816124",145
AT+CSMS=?	+CSMS: (0-1)
AT+CSMS?	+CSMS: ,1,1,1
AT+CMGL=?	+CMGL: (0-4)
AT+CMGR=?	OK
AT+CMGW=?	OK
AT+CMGS=?	OK
AT+CMSS=?	OK

Tabel 2. Hasil pengujian fitur pengiriman SMS

Periode Reporting	Sukses	Gagal
1 Menit	20	0
10 Menit	9	0
30 Menit	3	0

**4.3 Pengukuran Network Delay**

Best effort delivery pada protokol SMS sangat bergantung pada traffic load. Dengan demikian, *network delay* yang muncul pada pengiriman SMS dapat bervariasi untuk setiap operator seluler. Data pada **Error! Not a valid bookmark self-reference.** menunjukkan delay pengiriman SMS rata-rata yang terjadi pada

pengiriman SMS lintas operator pada sejumlah percobaan.

Tabel 3. Hasil pengujian pengiriman SMS beberapa operator seluler

Tujuan Asal	Indosat ooredoo	Telkomsel	Hutchison 3
Indosat	7.97 Detik	5.09 detik	4.78 etik

**5. Kesimpulan**

Dari data-data yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem telecardiac reporting melalui SMS dapat diimplementasikan dan berfungsi sesuai dengan kebutuhan desain. Pengiriman data ringkasan dapat dilakukan hingga kecepatan 60 SMS per menit. Keberhasilan pengiriman SMS mencapai 100% pada 20 kali percobaan. Delay transmisi SMS bervariasi untuk setiap operator telepon seluler dengan rata-rata 2.5 detik. Perangkat lunak uji dapat diatur untuk mengirimkan hasil monitoring dengan periode 1 detik hingga maksimum 40 hari. Dengan hasil ini, maka sistem telecardiac monitoring diharapkan dapat dikembangkan lebih jauh untuk meningkatkan fungsionalitas dan fleksibilitas sistem pengukuran dan monitoring jantung jarak jauh.

**Daftar Pustaka**

[1] American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics, "Heart Disease and Stroke Statistics—2017 Update," American Heart Association, Inc., 2017.

[2] A. Wahab, I. Choiriyah and S. A. Wilopo, "Determining the Cause of Death: Mortality Surveillance Using Verbal Autopsy in Indonesia," *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 97, no. 5, p. 1461–1468, 2017.

[3] P. Heywood and N. P. Harahap, "Health facilities at the district level in Indonesia," *Australia and New Zealand Health Policy*, vol. 6, no. 13, 2009.

[4] R. J. Noble, J. S. Hillis and D. A. Rothbaum, "Electrocardiography," in *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. 3rd edition.*, Boston, Butterworths, 1990, p. 164.

[5] W. Phanphaisarn, A. Roeksabutr, P. Wardkein, J. Koseeyaporn and P. P. Yupapin, "Heart

detection and diagnosis based on ECG and EPCG relationships," *Medical Devices: Evidence and Research*, vol. 4, no. 1, pp. 133-144, 2011.

- [6] N. Hermawan, M. F. Retistiano and A. Arifin, "Sistem Telecardiac Monitoring: Ekstraksi dan Transmisi Parameter Temporal Sinyal Jantung melalui Kanal Radio," in *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri*, Malang, 2017.
- [7] G. D. Clifford, F. Azuaje and P. E. McSharry, *Advanced Methods and Tools for ECG Data Analysis*, Norwood: Artech House, Inc., 2006.
- [8] Huawei, *HUAWEI ME906s LTE M.2 Module V100R001 AT Command Interface Specification*, Huawei, 2015.

#### **Biodata Penulis**

**Norma Hermawan**, mendapatkan gelar Master of Science di bidang Microelectronics dari Darmstadt

University of Applied Science pada tahun 2012 dan Magister Teknik dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 2013. Penulis telah berpengalaman sebagai engineer dan programmer di berbagai perusahaan mulai tahun 2008. Sejak memulai profesi sebagai dosen di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, pada tahun 2015. Penulis aktif dalam berbagai penelitian di bidang biomedika, telemedicine dan mikroelektronika.

**Dr. Achmad Arifin**, mendapatkan gelar doktor dari Tohoku University, Jepang, pada tahun 2005. Penulis merupakan dosen dan kepala Departemen Teknik Biomedik, ITS pada tahun 2015. Penulis aktif dalam penelitian di bidang rehabilitation engineering dan cardiac engineering.

**Muhammad Farid Retistiano**, menyelesaikan pendidikan S1 di Teknik Elektro ITS Surabaya tahun 2015. Saat ini bekerja di Application and System Engineering, pada National Instruments, Jakarta.