

IDENTIFIKASI SINYAL JANTUNG KORONER DAN PERANCANGAN SISTEM MONITORING REKAM MEDIS ONLINE BERBASIS WIRELESS

Ratna Adil
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus PENS-ITS, Jl. Raya ITS, Sukolilo Surabaya 60111
Telp : +62-031-5910040 Fax +62-031-5910040
e-mail : ratna@eepis-its.edu

ABSTRAK

Penyakit jantung koroner adalah salah satu penyakit yang dapat mengakibatkan timbulnya resiko kematian mendadak. Penyakit ini disebabkan oleh *Aterosklerosis Koroner* yaitu terjadinya penyumbatan akibat penumpukan lemak dan jaringan fibrin pada pembuluh koroner yang menyebabkan berkurangnya aliran darah ke miokard. Karena alasan tersebut, pasien yang telah divonis oleh dokter menderita penyakit jantung koroner idealnya perlu dilakukan proses monitoring. Dengan mendesain sebuah sistem monitoring bagi pasien penderita jantung koroner, diharapkan angka tingkat kematian pasien dapat berkurang. Sistem monitoring ini merupakan salah satu aplikasi telemedisin yang difokuskan pada monitoring kondisi pasien rawat jalan penderita jantung koroner dengan memanfaatkan media wireless sebagai media komunikasi data antar modul wireless ECG pasien dengan PC client yang diinstall di rumah pasien. Sistem rekam medis yang didesain melibatkan software monitoring sinyal yang terinstall di PC pasien. Software tersebut bertugas memonitor setiap saat kondisi jantung pasien dan mendeteksi adanya kemungkinan fungsi jantung terganggu seperti detak jantung tidak teratur yang menjadi sebab timbulnya resiko kematian mendadak. Software yang digunakan menggunakan semacam algoritma untuk mendeteksi adanya kelainan pada segmen ST dari keseluruhan segmen PQRST pada sinyal jantung pasien yang sedang dimonitor. Seketika apabila hal itu terjadi maka software akan langsung mengirimkan sinyal bahaya ke server sehingga pihak rumah sakit dapat dengan segera memberikan pertolongan pertama secara intensif. Tingkat keberhasilan algoritma yang diuji dalam software mencapai sekitar 90% dengan syarat pasien tidak boleh terlalu banyak bergerak. Dengan adanya software ini maka hasil kinerja keseluruhan perangkat ECG wireless, sistem monitoring dan peringatan dini bagi pasien penderita jantung koroner akan berlangsung optimal, sehingga kekhawatiran terhadap adanya resiko kematian mendadak bagi pasien dapat dikurangi.

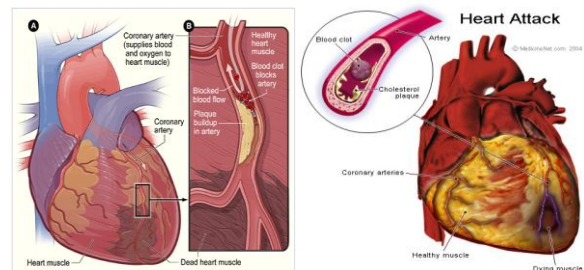
Kata kunci : *Electrocardiogram (ECG), Telemedicine, Monitoring Online dan Early warning system.*

1. Pendahuluan

Penyakit jantung koroner adalah suatu penyakit jantung yang disebabkan karena kelainan pembuluh darah koroner. Salah satu penyebab utamanya adalah *aterosklerosis* koroner yaitu proses penimbunan lemak dan jaringan fibrin serta gangguan fungsi dan struktur pembuluh darah yang mengakibatkan berkurangnya aliran darah ke *miokard* [1]. Secara lebih sederhana dapat dijelaskan sebagai kelainan yang disebabkan oleh penyempitan pembuluh arteri yang mengalirkan darah ke otot jantung, dimana penyempitan ini disebabkan karena timbunan lemak dan pengapuran dinding pembuluh darah.

Penyakit jantung koroner merupakan salah satu jenis penyakit yang cukup mematikan. Penyakit ini dapat memicu terjadinya kemungkinan gagal jantung yang akhirnya berujung pada kematian mendadak. Hal yang lebih mengejutkan adalah penyakit Jantung Koroner umumnya bersifat menahun dan banyak diderita pada kelompok usia produktif (25 - 40

tahun).[1] . Survei Kesehatan Rumah Tangga pada tahun 1986 menunjukkan bahwa penyakit jantung merupakan penyebab kematian ke tiga terbesar (9,7%) sesudah radang akut saluran nafas bagian bawah dan diare [1].



Gambar 1. *Atherosclerosis* pada arteri koronaria [3],[7]

Heart failure (HF) atau yang kita kenal sebagai gagal jantung telah menjadi masalah kesehatan yang penting dan merupakan epidemik baru dalam penyakit kardiovaskular dimana nilai prognosinya kurang [5].

Ada lebih dari 4 juta kasus baru gagal jantung setiap tahunnya didiagnosis di Amerika Serikat. Diperkirakan ada 15 juta kasus baru tentang penyakit gagal jantung setiap tahunnya di seluruh dunia, jumlahnya meningkat dengan cepat dikarenakan adanya populasi penuaan yang meningkat pula. Jumlah kematian dalam 1 tahun akibat gagal jantung yang parah adalah 50-60%, 15-30% untuk kasus yang ringan sampai menengah dan sekitar 10% untuk kasus ringan atau bahkan tidak bergejala [5].

Di Indonesia, semua kasus tersebut diperparah lagi dengan kenyataan di lapangan mengenai terbatasnya jumlah tenaga medis yang memadai, kelayakan sistem pelayanan kesehatan profesional (spesialis), infrastruktur, luas wilayah (faktor geografis) dan pengetahuan masyarakat yang kurang serta jumlah rumah sakit rujukan yang memadai bagi penderita jantung koroner yang mungkin sebagian besar hanya ada di kota-kota besar [6].

Melihat tingkat kematian pasien jantung koroner yang relatif tinggi, membuat proses monitoring bagi pasien penderita jantung koroner sangat diperlukan.

Dengan membangun sebuah sistem monitoring pasien jarak jauh ini diharapkan setiap kondisi pasien dapat dipantau secara langsung (*online*) dan *real time* dengan hanya melalui layar monitor komputer sehingga data-data kondisi fisik dan riwayat kesehatan pasien dapat setiap saat dipantau oleh tim dokter rumah sakit tanpa pasien harus datang secara rutin ke rumah sakit. Selain itu, sistem ini memiliki keunggulan dengan kemampuannya memberikan hasil diagnosis awal bagi pasien, rekomendasi dan saran-saran yang berguna bagi perbaikan kesehatan pasien dengan dilengkapi *feedback therapy* yang dapat digunakan dalam menjaga kestabilan kondisi kesehatan pasien dan juga dapat berfungsi sebagai *early warning system* yang menghubungkan antara pasien dengan pihak rumah sakit apabila sewaktu-waktu terdeteksi kemungkinan gagal jantung / *heart failure(HF)* pada pasien .

2. Perancangan Sistem

Secara global, keseluruhan sistem dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 bagian besar. Hal ini dapat dijelaskan dalam keterangan berikut ini :

2.1. Instrumentasi Pada Pasien

➤ Instrumentasi (*gadget*) yang melekat di Pasien, Meliputi :

- Rangkaian sensor pendeteksi sinyal ECG / Rangkaian Instrumentasi (Sensor / elektrode, Penguat, Filter, dst).
- Rangkaian akuisisi data (Sistem Mikrokontroler, LCD display, ADC, alarm, dll).
- Power Supply (Menggunakan Baterai)
- Modul Wireless X bee-Pro + Protokol komunikasi 2 arah.

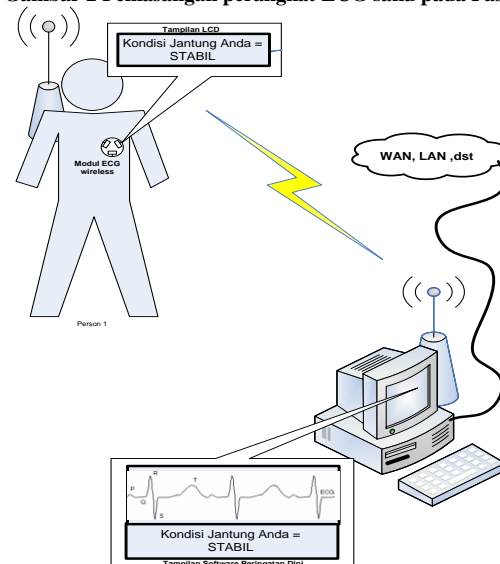
➤ Instrumentasi di PC client pasien , Meliputi :

- Modul Penerima data yang terdiri dari :
 - Modul Wireless X bee-Pro + Protokol komunikasi 2 arah
- Software monitoring Sinyal jantung pasien , Software ini bertugas :
 - Memonitor, merekam dan mengirimkan secara periodik / online data fisiologi jantung (ECG) pasien ke komputer server di rumah sakit.
 - Memberikan sinyal bahaya ke rumah sakit apabila terdeteksi HF (gagal jantung) pada pasien.

Secara lebih terperinci dapat dilihat dalam gambar 2 berikut ini :



Gambar 2 Pemasangan perangkat ECG saku pada Pasien[4]



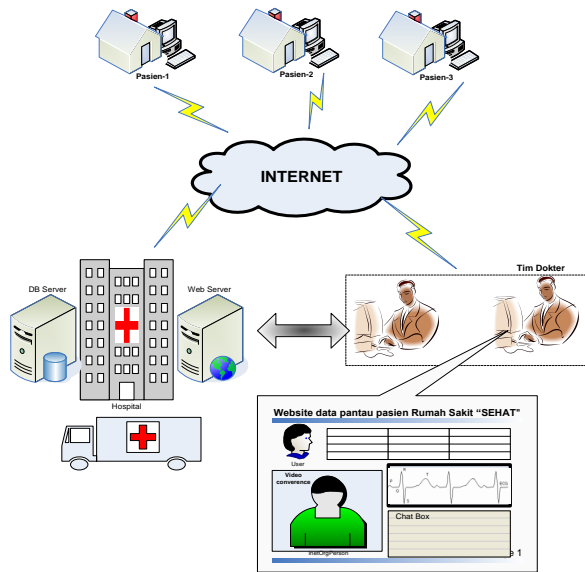
Gambar 3 Sistem instrumentasi pada rumah pasien

2.2. Perangkat Dalam Rumah Sakit + Sistem Informasi (server)

Meliputi :

- Pembuatan Database server
- Pembuatan Web Server
- Sistem manajemen data dan Informasi rekam Medis untuk keperluan layanan Konsultasi dan Check-Up.

Secara lebih terperinci dapat dilihat dalam gambar 4 pada berikut ini :

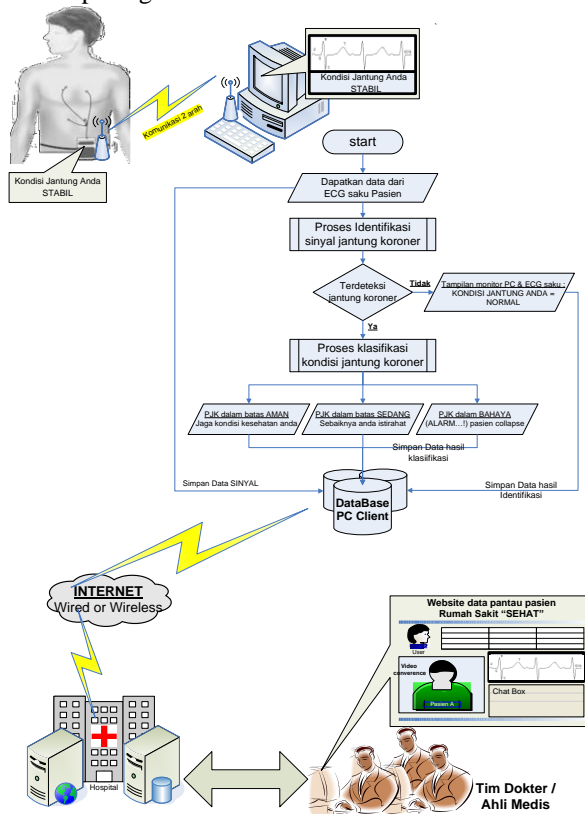


Gambar 4 Sistem dalam rumah sakit

2. Perancangan Software

2.1 Perancangan Algoritma Program

Secara keseluruhan kinerja keseluruhan sistem yang dikerjakan oleh perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 5



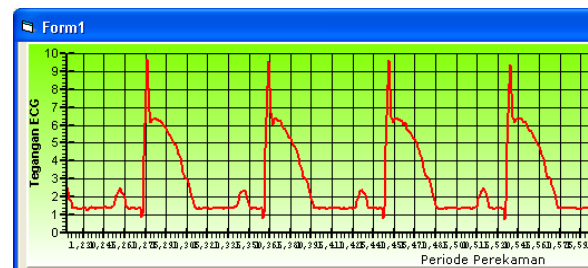
Gambar 5 Diagram alir keseluruhan sistem

Dari keterangan pada diagram alir dari gambar 5, dapat diketahui bahwa proses deteksi adanya kemungkinan jantung koroner dilakukan secara otomatis oleh program.

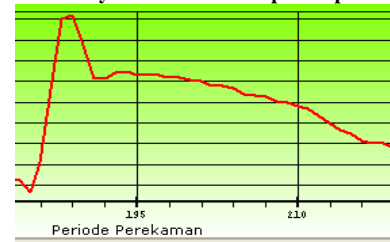
Metode yang dipakai dalam proses deteksi lebih ditekankan pada ada atau tidaknya sinyal elevasi ST pada segmen ST sinyal jantung pasien, hal ini disebabkan karena keberadaan elevasi ST merupakan **ciri khusus** yang mampu menunjukkan dan membuktikan secara langsung bahwa seorang pasien mengidap koroner atau bukan. Sedangkan pada tahap selanjutnya, yaitu pada proses klasifikasi akan diukur seberapa tinggi tingkat elevasi ST yang terjadi. Berikut ini adalah ukuran yang dibuat atas rekomendasi dari pihak kedokteran dalam proses klasifikasi tingkat penyakit jantung koroner :

1. PJK pasien berada dalam kategori "AMAN"
Segmen ST mengalami elevasi pada range : 0.1-0.3 mv.
2. PJK pasien berada dalam kategori "SEDANG"
Segmen ST mengalami elevasi pada range : 0.3 – 0.5 mv.
3. PJK pasien berada dalam kategori "BAHAYA"
Segmen ST mengalami elevasi pada range : 0.5 – 0.7 mv.

Algoritma yang digunakan untuk mendeteksi adanya kemunculan ST elevasi adalah dengan cara scanning data, dimana data sinyal yang masuk akan diseleksi apakah data tersebut memasuki range sinyal ST elevasi atau tidak.

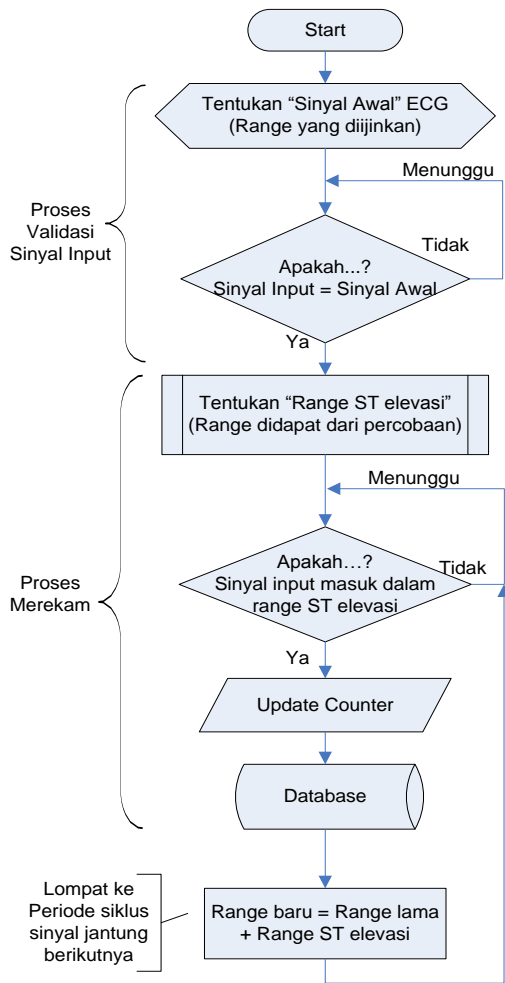


Gambar 6 Sinyal ST elevasi saat proses perekaman.



Gambar 7. Sinyal ST elevasi (Inset)

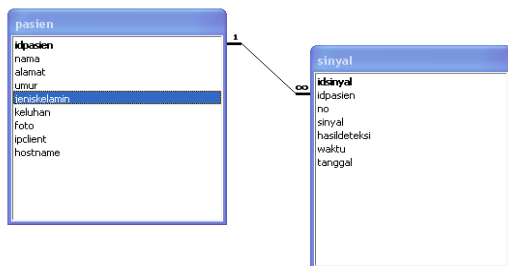
Algoritma ini secara sederhana dapat dijelaskan pada flowchart dalam gambar 8 sebagai berikut :



Gambar 8 Flowchart Pendeteksian ST elevasi

3. Perancangan Data Base

Pada perancangan database ini dirancang diagram relasi entitas, model data fisik serta tabel yang akan digunakan dalam aplikasi. Desain data ini akan diimplementasikan pada aplikasi yang akan dibuat.



Gambar 9. Model perancangan database

Diagram relasi entitas ini berguna untuk memberikan gambaran hubungan antara relasi sehingga dapat diimplementasikan pada aplikasi yang akan dibuat

Struktur relasi database pada penelitian ini menggunakan relasi 2 tabel :

- Tabel pasien
Tabel pasien ini memiliki field-field (kolom) yang berguna dalam menyimpan data-data biodata pasien dalam proses monitoring.

- Tabel sinyal
Tabel sinyal memiliki fungsi dalam menyimpan data-data sinyal pasien.

Berbagai tipe data yang digunakan dalam tabel dijelaskan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 1 Pasien

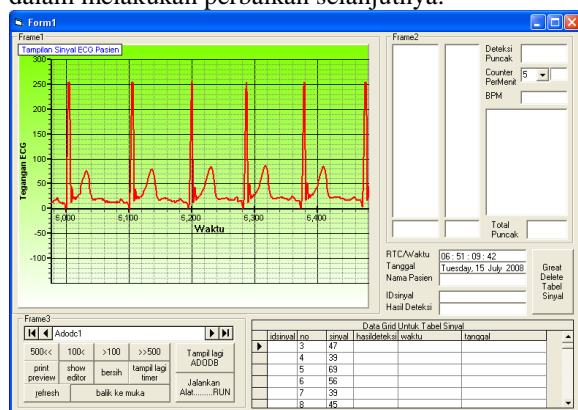
No.	Nama Kolom/field	Tipe Data
1.	idpasien	text
2.	nama	text
4.	alamat	text
5.	umur	text
6.	jeniskelamin	text
7.	keluhan	text
8.	foto	OLE Object / BLOB
9.	Ipclient	text
10.	hostname	text

Tabel 2 Sinyal

No.	Nama Kolom/field	Tipe Data
1.	idsinyal	text
2.	idpasien	text
4.	no	number
5.	sinyal	number
6.	hasildeteksi	text
7.	waktu	text
8.	tanggal	text

4. Hasil Kinerja Dan Analisa

Pada penelitian ini akan dibahas pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem yang dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berjalan sesuai dengan target. Pengujian dilakukan secara terpisah kemudian dilakukan kedalam sistem yang telah dibuat. Setelah melakukan pengujian maka dapat diketahui penyebab-penyebab ketidaksempurnaan alat sebagai bahan untuk analisa dalam melakukan perbaikan selanjutnya.



Gambar 10. Tampilan Form perekaman ketika dijalankan.

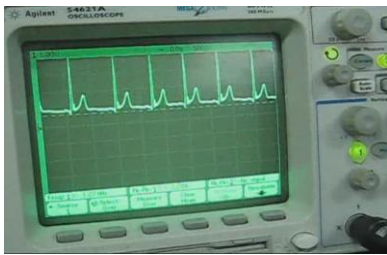
Perbandingan dari sisi hardware (tampilan Osiloskop)

Berikut ini pada gambar 11 output sinyal jika dilakukan kalibrasi pada oscilloscope. Spesifikasi sinyal jantung pada gambar 11 sebagai berikut: (Volt/div = 1 Volt, Time/div = 500ms)

Frekuensi : 1-1.2 Hz

Peak to peak : 3-3.5 Volt

Max. : 4-4.5 Volt
 Min. : 1 Volt

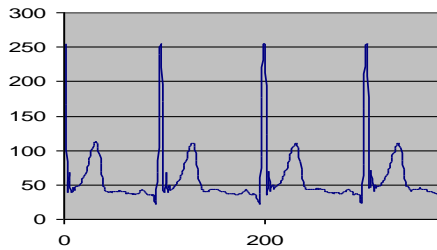


Gambar 11 Gambar tampilan sinyal pada sisi Osiloskop

Dari data yang ter-record dalam form pada gambar 11 di atas yang juga terhubung pada sebuah database maka tampilan sinyal dan data yang diambil untuk keperluan monitoring akan digunakan untuk melakukan proses identifikasi apakah sinyal jantung tersebut termasuk kategori sebagai sinyal jantung penderita penyakit jantung koroner (terdeteksi ST elevasi).

Data Grid Untuk Tabel Sinyal					
idsinyal	no	sinyal	hasildeteksi	waktu	tanggal
01	1	-3.3333333333333335	ECG Normal 80 BPM	15 : 48 : 05	Friday, 18 July 200E
01	2	-3.3333333333333335	ECG Normal 80 BPM	15 : 48 : 05	Friday, 18 July 200E
01	3	2.7333333333333334	ECG Normal 80 BPM	15 : 48 : 05	Friday, 18 July 200E
01	4	2.9333333333333331	ECG Normal 80 BPM	15 : 48 : 05	Friday, 18 July 200E
01	5	2.9333333333333331	ECG Normal 80 BPM	15 : 48 : 05	Friday, 18 July 200E

Gambar 12 Tampilan hasil deteksi yang langsung tersimpan dalam database



Gambar 13 Tampilan sinyal hasil penyimpanan ketika diexport di MS excel

Pengujian Pendeteksian ST elevasi

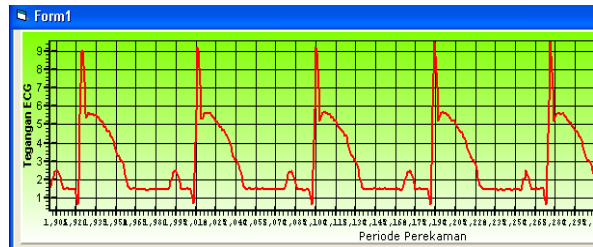
Dalam tahap ini proses pengujian dilakukan dengan tujuan mencoba keberhasilan algoritma pendeteksian ST elevasi yang terdapat dalam program.

Sinyal input yang digunakan dalam pengujian ini berasal dari seperangkat hardware "Patient Simulator" MEDSIM 300 B buatan DNI Nevada USA yang telah diprogram sedemikian rupa sehingga mampu men-generate / menghasilkan sinyal jantung dengan komposisi ST elevasi.



Gambar 14 MEDSIM Patient Simulator

Setelah diberi sinyal input dari simulator , maka tampilan program akan terlihat seperti pada gambar 15



Gambar 15 Tampilan saat pendeteksian ST elevasi

Data Grid Untuk Tabel Sinyal					
idsinyal	no	sinyal	hasildeteksi	waktu	tanggal
01	1814	6.2000000000000002	ST elevasi	18 : 06 : 05	Sunday, 20 July 200E
01	1815	6.2000000000000002	ST elevasi	18 : 06 : 05	Sunday, 20 July 200E
01	1816	6.1333333333333337	ST elevasi	18 : 06 : 05	Sunday, 20 July 200E
01	1817	5.866666666666663	ST elevasi	18 : 06 : 05	Sunday, 20 July 200E
01	1818	5.7333333333333334	ST elevasi	18 : 06 : 05	Sunday, 20 July 200E

Gambar 16 Tampilan hasil pendeteksian

5. Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan sistem kemudian dilakukan pengujian dan analisa, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran secara langsung terkait dengan pembuatan dan desain software sebagai berikut :

- ◆ Secara umum software telah mampu menampilkan sinyal ECG secara konkrit walaupun tampilan sinyal belum sepenuhnya sesuai dengan standard kertas ECG yang digunakan dalam dunia kedokteran.
- ◆ Dalam pengujian diketahui bahwa tingkat keberhasilan program mendeteksi adanya ST elevasi hanya dapat berjalan secara optimal apabila pasien dalam kondisi tenang dan tidak banyak bergerak.
- ◆ Artifak dan noise yang timbul selama proses monitoring pada pasien yang banyak bergerak menyebabkan kekacauan pada proses pendeteksian. Hal ini disebabkan algoritma yang digunakan dalam proses pendeteksian di dalam software memiliki model "Frekuensi Based", dimana pada model ini algoritma melakukan scanning data dengan cara melompat pada tiap siklus sinyal jantung yang masuk ke dalam software, sehingga apabila terjadi noise dari instrument ECG wireless, maka sudah tentu hal tersebut akan merubah frekuensi irama input sinyal jantung dan mengacaukan proses pendeteksian.
- ◆ Dari sisi perancangan database, dapat diambil kesimpulan bahwa, mainframe DBMS (Database Management System) yang dipergunakan dalam uji coba menggunakan MS Access, dimana pada proses pengujian sering ditemui banyak error yang berkaitan dengan proses penyimpanan. Hal ini lebih banyak disebabkan karena kekuranghandalan MS Access dalam aplikasi, dimana telah lazim

diketahui bahwa MS Access memiliki kekurangan dari sisi efisiensi, kecepatan access data, Ukuran file yang dihasilkan relatif besar padahal proses perekaman yang berlangsung tidak terlalu lama, serta tidak mendukung fitur "multiple Instances" (sebuah program database yang dapat diakses secara bersama-sama dan simultan).

- ◆ Sesuai dengan batasan masalah, bahwa kelainan sinyal jantung koroner yang dideteksi hanya terletak pada kelainan segmen ST yang sering disebut dalam dunia kedokteran sebagai elevasi ST, padahal berdasarkan ilmu kedokteran dan diagnosis dokter yang sebenarnya, di lapangan terdapat banyak sekali faktor - faktor lainnya yang dapat dijadikan acuan dalam proses pendeteksian dan pengenalan adanya kelainan sinyal jantung koroner. Berdasarkan hasil kinerja yang telah dilakukan, diharapkan pada penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sebuah produk jadi yang layak digunakan sebagai alat bantu di dunia kedokteran, Sehingga perlu dilakukan tinjauan dan penelitian ulang terkait dengan masalah metode dan algoritma pengenalan, pendeteksian dan pengklasifikasian sinyal jantung koroner.

6. Daftar Pustaka

- [1]. Anwar BT dan Kasiman S, '**Patofisiologi dan Penatalaksanaan Penyakit Jantung Koroner**', *Cermin Dunia Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara*, Edisi Khusus No. 80, 1992, h.152-156.
- [2]. Mahardika SM, 2007, Tugas Akhir : **Sistem Monitoring Pasien Rawat Inap (ECG,EMG) yang Terhubung dengan Ruang Dokter**,Surabaya : PENS-ITS.
- [3]. Mair J. **Pathology and Laboratory Medicine In cardiac Marker** : Pathophysiology of Heart Failure, 2nd ed, Wu AHB, eds. New Jersey: Humana Press, 2003; p. 351-367.
- [4]. Porth CM. **Pathophysiology, Concepts of Altered Health States : Heart Failure and Circulatory Shock**, 7th. London : Science Press, 2005; p. 604-630.
- [5]. Yolanda M, **Hubungan Beberapa Faktor Inflamasi dengan Progresi Gagal Jantung**, *Forum Diagnosticum (PRODIA Diagnostics Educational Services)*, Edisi Khusus no.03 ,2005.
- [6]....., **Teknologi Informasi dalam Aplikasi Telemedika**, Tahun 1998, <http://www.elektroindonesia.com/elektro/telkom10.html>
- [7]....., <http://web.books.com/elibrary/medicine/cardiovascular/images/heartattack.gif> diakses pada 10 Desember 2007.
- [8]. Webster, John G, "*Medical Instrumentation (Application and Design)*", Houghton Mifflin Company, Boston, 1978
- [9]. Heri, Eko S, Membangun aplikasi database client server dengan MS SQL server 2000. <http://www.jawadwipa.com/download/ebooks>
- [10]. Pratanu, Sunoto. Kursus elektrokardiografi, PT.Karya Pembina Swadaya, Surabaya, 2000.

Telah diterbitkan di Jurnal TELKOMNIKA Volume 7
Nomer 3, Bulan Desember 2009
Jurnal Ilmiah Teknik Elektro
Universitas Ahmad Dahlan
ISSN 1693-6930