

## PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* SINYAL KELISTRIKAN JANTUNG, JUMLAH TETES INFUS, DAN SUHU TUBUH SECARA *WIRELESS*

### *MONITORING SYSTEM DESIGN OF HEART ELECTRICAL SIGNAL, THE NUMBER OF DROPS INFUSION AND BODY TEMPERATURE WIRELESSLY*

Rio Pamungkas<sup>1</sup>, Erwin Susanto, PhD.<sup>2</sup>, Ir. M. Sarwoko, Msc.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>riopamungkas@students.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>erwinelektro@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>sarwoko@telkomuniversity.ac.id

---

#### ABSTRAK

Tujuan Tugas Akhir ini adalah membuat sistem monitoring sinyal kelistrikan jantung, tetesan infus dan suhu tubuh secara wireless. Yang akan di monitoring akan dibuat rancangan dan sistem *monitoring* EKG, Infus, dan suhu tubuh yang digunakan untuk mempermudah melihat bagaimana keadaan seorang pasien yang sedang dirawat. Pengiriman data secara wireless melalui Zigbee semakin memudahkan karena tidak terbatas oleh jarak pasien dan ruang perawat serta dapat memangkas biaya instalasi kabel. Sistem monitoring secara real time ini mempermudah interaksi antara pasien dengan perawat dan pasien dengan dokter. Berdasarkan hasil yang diperoleh, didapatkan hasil monitoring tetes infus dengan maksimum akurat 100% pada jarak 1-10 meter. Dan sinyal kelistrikan jantung dapat diperoleh tingkat akurat 0,1-0,4 MV lebih tinggi dari pengukuran biasa tanpa gel. Kata Kunci : *Monitoring*, EKG, Photodiode, Thermistor, Elektroda, Arduino, E-Health, Biopac, Xbee

---

#### ABSTRACT

The purpose of this final project is to make the heart's electrical signal monitoring system, drip and body temperature wirelessly. Which will be made in the design and monitoring of ECG monitoring system, Infusion, and body temperature are used to simplify see how the state of a patient who is being treated. Sending data wirelessly via Zigbee more easier because it is not limited by the distance of the patient and the nurse's office and can cut the cost of cable installation. The monitoring system in real time makes it easier interaction between patients with nurses and patients with a doctor. Based on the results obtained, the result of monitoring drip infusion with a maximum of 100% accurately at a distance of 1-10 meters. And the heart's electrical signal can be obtained accurately 0.1-0.4 MV level is higher than normal measurements without gel

Keywords: Monitoring, ECG, Photodiode, Thermistor, Electrodes, Arduino, E-Health, Biopac, Xbee

---

#### 1. PENDAHULUAN

##### 1.1 Latar Belakang

Saat ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin meningkat terutama di bidang ilmu elektronika. Dengan adanya ditemukan sensor-sensor yang bisa digunakan untuk mengamati dan mengindera besaran-besaran fisis yang ada di lingkungan seperti : temperatur, kelembapan, tekanan, dan lain-lain. Dengan adanya sensor-sensor yang bisa mengindera besaran fisis tersebut, tak jarang pula dalam dunia kesehatan banyak diperlukan sensor-sensor yang digunakan untuk mengindera kondisi tubuh manusia seperti denyut jantung, sinyal otak, serta temperatur tubuh manusia.

Kondisi seperti ini membuat kita semakin mudah untuk melakukan sesuatu di bidang medis dan membantu untuk memodernisasikan sistem medis. Salah satunya adalah dengan membuat sensor untuk dipasangkan pada tubuh pasien dan menampilkannya secara *Real Time* dan terintegrasi sehingga memudahkan petugas medis untuk memantau keadaan pasiennya.

Pada tugas akhir ini diharapkan akan diperoleh hasil dengan tingkat *error* yang lebih rendah karena menggunakan sistem real time dalam sistem *monitoring* sinyal jantung, infus, dan suhu.

##### 1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir yang penulis buat ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan memasang sensor EKG, tetesan infus, dan suhu tubuh pada pasien.
2. Bagaimana cara mengirim hasil dari sensor infus, dan suhu tubuh ke PC/computer secara *wireless* menggunakan Xbee.
3. Bagaimana cara menampilkan data hasil sensor EKG pada *software* Biopac Science Lab (BSL).
4. Bagaimana cara pengumpulan data dari parameter yang diukur dapat disimpulkan dalam satu keputusan.

##### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk memonitor keadaan pasien yang telah dipasang EKG, infus, dan sensor suhu secara wireless serta tampilan langsung pada monitor sehingga mudah untuk dipantau oleh perawat dan dokter.

### 1.4 Metodologi Penelitian

Pada Tugas Akhir ini, metode penelitian yang digunakan oleh penyusun adalah sebagai berikut:

#### 1. Studi Literatur

Mengumpulkan literature berupa jurnal, referensi, dan datasheet mengenai EKG, Xbee, Biopac, dan elektronika.

#### 2. Pengumpulan Data

Merupakan proses pengambilan contoh data sinyal EKG, infus, dan suhu tubuh dan demo pada interface BSL dan serial monitor.

#### 3. Konsultasi dengan Dosen Pembimbing

Konsultasi diperlukan untuk mengkaji dan merumuskan metode yang digunakan dalam perangkat sehingga didapat hasil keluaran yang maksimal.

#### 4. Perancangan Perangkat dan Aplikasi

Tahap ini merupakan proses pemodelan sistem yang akan dibuat.

#### 5. Implementasi

Hasil pemodelan sistem dibuat aplikasi dengan memanfaatkan tools yang sesuai.

#### 6. Tahap Analisis dan Penarikan Kesimpulan

Melakukan analisis dari data yang telah didapatkan melalui proses pengujian

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Sinyal Elektro Kardiogram [1]

Elektrokardiogram (EKG) merupakan sinyal representasi aktivitas otot jantung yang diakibatkan kejutan bipotensial dari *Sino Atrial Node* (SA Node). Rekaman EKG ini biasa dimanfaatkan oleh dokter ahli untuk mengetahui status pasien. Sinyal EKG dapat direkam dengan alat yang disebut elektrokardiograf.

Sementara tindakan pemeriksaan elektrokardiogram sendiri disebut elektrokardiografi. Elektrokardiogram tidak menilai kontraktilitas sebuah jantung secara langsung. Akan tetapi, EKG dapat memberikan indikasi secara menyeluruh terhadap naik turunnya suatu kontraktilitas. *Sino Atrial Node* (SA Node) merupakan bagian jantung yang terletak di sebelah atrium kanan. SA Node menghasilkan pulsa elektrik yang nantinya akan menyebar ke seluruh permukaan jantung, sehingga mengakibatkan terjadinya kontraksi otot. Satu pulsa SA Node mampu menghasilkan sekali detak jantung.

#### 2.1.2. Modified Chest Lead

Merupakan metode yang diterapkan pada segitiga Einthoven. Pada metode ini, posisi lead tidak diposisikan pada anggota gerak pada umumnya. Melainkan, diletakkan pada daerah dada pasien. Sesuai dengan jurnal J. Siravaman, metode ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1. Memaksimalkan gelombang P saat terjadi *dysrhythmia*
2. Meningkatkan sensitivitas system elektroda pada *monitoring ischaema* pada dinding anterior
3. Meminimalkan noise artefak yang ditimbulkan tubuh akibat gerakan otot yang terjadi pada anggota gerak.

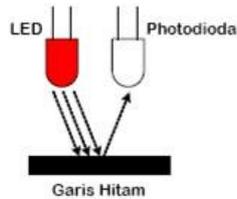
### 2.2. Software Biopac Science Lab [2]

*Software* yang berguna untuk pemrosesan dan akuisisi data, dalam bidang biomedis. Beberapa kelebihan Biopac dibandingkan dengan bahasa pemrograman lainnya adalah

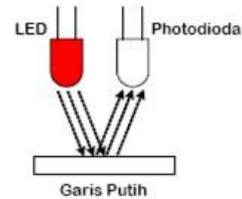
1. Tampilan software BSL mudah dipahami karena berbentuk grafis dengan intruksi berbentuk ikon-ikon yang mudah dipahami dan dianalisa.
2. Pembuatan print out data mudah yaitu dengan memilih ikon instruksi print setelah akuisisi data.
3. Menjembatani dunia pendidikan dengan dunia biomedis karena *software* yang digunakan sama.
4. Sistem WYSWYG (What You See is What You Get), apa yang kita lihat pada penampilan data bisa langsung di print berikut analisisnya.

### 2.3. Sensor Photodiode [3]

Sensor photo dioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor photodiode akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward sebagaimana dioda pada umumnya. Sensor photodiode adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (photodetector). Jenis sensor peka cahaya lain yang sering digunakan adalah phototransistor. Photodiode akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap power density (Dp). Perbandingan antara arus keluaran dengan power density disebut sebagai current responsivity. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika photodiode tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur.



Gambar 1. Cahaya pantulan sedikit



Gambar 2. Cahaya pantulan banyak

#### 2.4. Sensor thermistor [4] [9]

Merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu thermistor yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. Sensor ini memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, selain itu thermistor juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian

#### 2.5. Arduino [5]

Arduino Uno sebenarnya adalah salah satu kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal masukkan ke power supply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, Arduino Uno ini sudah siap diprogram. Arduino Uno ini memiliki 14 pin digital input/output, 6 analog input

#### 2.6. Kelistrikan Dalam Tubuh [6]

Komponen listrik yang mengalir dalam tubuh sesuai dengan hukum ohm dipengaruhi oleh 3 faktor, yaitu arus, resistansi tubuh dan tegangan sentuh.

$$R = V/I$$

Dimana R= resistansi tubuh  
V= tegangan sentuh kulit  
I= arus yang mengalir dalam tubuh

##### 2.6.1. Resistansi tubuh manusia

Resistansi tubuh manusia hampir berada di seluruh permukaan kulit tubuh baik luar maupun dalam. Menurut penelitian di *Science Centre Singapore* (2009), "Berjalannya arus listrik melalui tubuh manusia biasanya ditentukan oleh resistansi kulit, yang berkisar dari sekitar **1000 Ω** untuk kulit basah untuk sekitar **500.000 Ω** untuk kulit kering. Hambatan internal dari tubuh kecil, yaitu antara **100-500 Ω**."

Hal-hal yang mempengaruhi besar kecilnya resistansi tubuh antara lain :

- jenis kelamin
- basah tidaknya permukaan kulit
- tebal tipisnya kulit

Resistansi lebih besar saat kondisi kulit dalam keadaan kering. Antara perempuan dan laki-laki, nilai resistansinya lebih besar yang laki-laki. Untuk kulit yang permukaannya tebal maka nilai resistansinya pun lebih besar daripada yang berkulit lebih tipis.

##### 2.6.2. Elektroda [7]

Untuk mengukur potensial aksi dengan memindahkan transmisi ion ke penyalur elektron. Bahan yang dipakai perak dan tembaga. Bahan elektroda :

- Dapat disterilkan.
- Tidak mengandung racun.

Biasanya Perak ( Ag ) ditutupi lapisan tipis perak Chlorida ( AgCl ).

Perbedaan potensial sebesar  $0,80 - 0,34 = 0,46$  V, dijumpai apabila kedua elektroda disambungkan pada kedua tangan penderita.

Macam – macam Elektroda :

- Elektroda Jarum ( Mikro elektroda )  
Untuk mengukur aktivitas motor unit tunggal.
- Elektroda Mikropipet  
Dibuat dari gelas dgn diameter 0.5 μm. Untuk mengukur potensial biolistrik di dekat/dalam sebuah sel. Dapat menyalurkan elektroda dalam sebuah sel. Tahanan 10 MΩ.

- Elektroda permukaan kulit

Terbuat dari metal/logam yang tahan karat, misal perak, nikel atau alloy.

## 2.7. Heart Rate [8]

**Heart rate** adalah jumlah detak jantung per satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam denyut per menit atau beats per minute (bpm). Detak jantung bervariasi, tergantung pada kebutuhan tubuh untuk menyerap Oksigen dan mengeluarkan CO<sub>2</sub> dalam berbagai keadaan, misalnya saat olah raga atau tidur.

**Resting heart rate/Heart Rate Istirahat** adalah jumlah detak jantung seseorang pada saat istirahat. Saat paling tepat untuk mengukur heart rate Istirahat ini adalah saat bangun tidur di pagi hari, sesudah tidur malam yang nyenyak. Angka kisaran heart rate istirahat antara 60 – 80 detak tiap menit. Resting heart rate biasanya semakin besar sejalan dengan pertambahan usia, dan biasanya seseorang yang banyak berolah raga memiliki detak jantung istirahat yang lebih rendah. Detak jantung istirahat/ Resting heart rate ini merupakan salah satu parameter untuk menentukan training target heart rate.

**Heart Rate Max** = 220 – Usia. Contoh: Usia = 47 tahun, maka Heart Rate maximum = 220 – 47 = 173

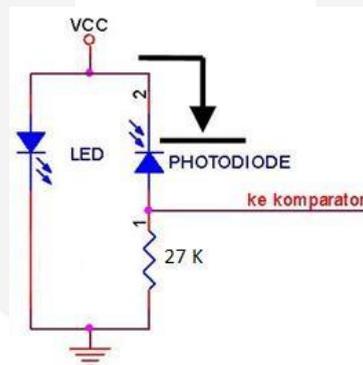
## 3.1 Sistem Kerja

Sistem kerja secara umum dari sistem monitor EKG, tetes infus, dan suhu ini adalah sebagai berikut.

1. Biopac akan menerima sinyal jantung yang telah diambil (Reseptor) melalui elektroda dan ditampilkan di monitor. (EKG)
2. Photodiode akan mendeteksi berapa tetes cairan infus yang menetes pada tabung infusion drop dan datanya akan dikirim ke mikrokontroler (Arduino) dan dikirim ke PC melalui Xbee dan ditampilkan di serial monitor. (Tetes Infus)
3. Thermistor akan mendeteksi suhu tubuh pasien dan datanya akan dikirim ke E-Health shield dan arduino yang juga dikirimkan melalui Xbee dan ditampilkan di serial monitor secara bersamaan dengan tetes infus. (Suhu tubuh). Dari ketiga parameter diatas, maka data akan dikirim dari mikrokontroler kepada PC secara *wireless* menggunakan Xbee (Suhu dan Tetes infus) dan ditampilkan menggunakan serial monitor secara bersamaan, sedangkan data EKG yang sudah diproses oleh biopac juga masuk ke PC kemudian akan ditampilkan menggunakan monitor.

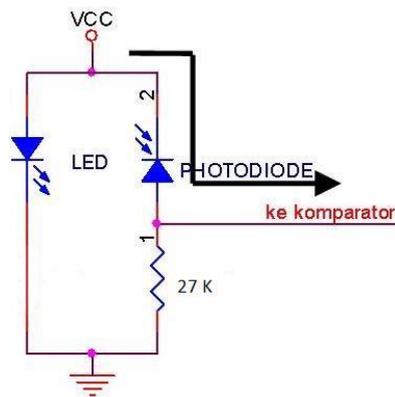
### 3.1.1 Prinsip Kerja Photodiode Untuk Tetes Infus

Pada rancangan sensor photodiode, nilai resistansinya akan berkurang bila terkena cahaya dan bekerja pada kondisi reverse bias. Untuk pemberi pantulan cahayanya digunakan LED superbright hijau, komponen ini mempunyai cahaya yang sangat terang, sehingga cukup untuk mensuplai pantulan cahaya ke photodiode. Berikut ini prinsip dan gambaran kerja dari sensor photodiode.



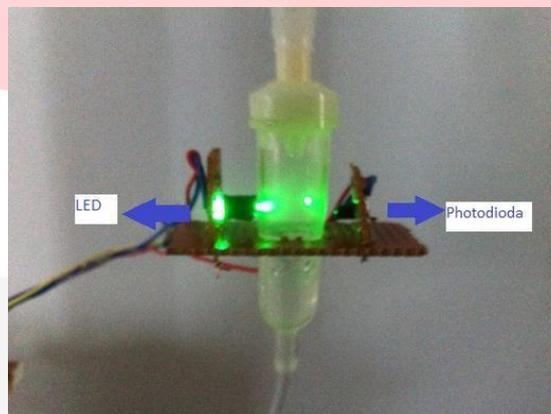
Gambar 3.1 Sensor Photodiode tidak terkena cahaya

Saat photodiode tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar atau dapat diasumsikan tak hingga. Sehingga tidak ada arus bocor yang mengalir menuju komparator.



Gambar 3.2 Sensor Photodiode terkena cahaya

Saat photodiode terkena cahaya, maka photodiode akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil, sehingga akan ada arus bocor yang mengalir ke komparator.



Gambar 3.3 Sensor photodiode pada tabung infus

Pin (+) photo dioda dihubungkan ke VCC 5V pada pin arduino, Sedangkan Pin (-) dihubungkan ke Pin A0 pada arduino. Prinsip kerjanya jika Photodiode diberi cahaya oleh LED dan terkena halangan maka akan terdeteksi adanya tetesan infus yang jatuh.

### 3.1.2 Sistem Kerja Thermistor untuk Suhu Tubuh

Thermistor ditancapkan pada e-health dan dipasang pada tubuh manusia untuk mengetahui suhu tubuhnya. E-health akan dipasang diatas arduino sebagai modul dan data suhu tubuh yang didapat akan dikirimkan menggunakan Xbee bersamaan dengan suhu tubuh dan ditampilkan di serial monitor. Output biasanya antara 32-40 derajat celcius [7].

### 3.1.3 Sistem Kerja Biopac

Elektroda dipasang pada tubuh sesuai dengan arahan di panel bawah. Data yang didapat akan ditampilkan pada monitor dengan software BSL (Biopac Science Lab).

### 3.1.4 Setting Wi-Fi

Setting Wi-Fi dilakukan dengan menggunakan software X-CTU dengan tujuan menyamakan setting parameter antara kedua Xbee. Parameter yang di setting antara lain:

- Nilai parameter DL X-Bee1 = MY X-Bee2
- Nilai parameter MY X-Bee1 = DL X-Bee2
- X-Bee1 dan X-Bee2 menggunakan alamat PAN ID yang sama

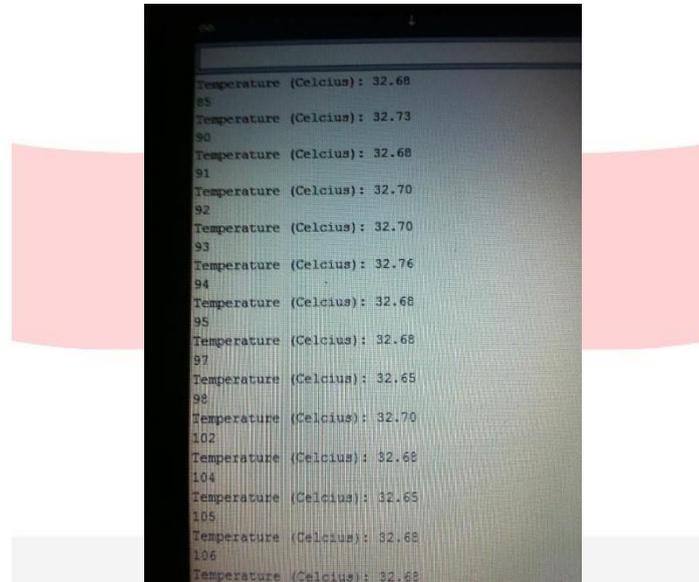
## 4. HASIL DAN ANALISIS

### 4.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk melihat performansi sistem yang telah dirancang dan kemudian dianalisis. Berikut merupakan urutan pengujian yang akan dilakukan pada Tugas Akhir ini.

**4.2.1 Pengaruh jarak terhadap pengiriman data tetesan Infus dan Suhu Tubuh**

Tetes infus yang telah dideteksi tiap tetesnya oleh photodioda dikirimkan menggunakan Xbee kepada PC kemudian ditampilkan melalui serial monitor arduino. Data tetesan infus yang dikirimkan akan menampilkan jumlah tetesan infus dan suhu tubuh. Tiap tetes infus yang terdeteksi, maka di serial monitor akan menampilkan jumlah tetes infus dan berapa suhu tubuh secara bersamaan. Banyaknya tetesan yang dapat terbaca pada serial monitor dapat dipengaruhi oleh jarak (range) antara transmitter dan receiver, dan juga dapat dipengaruhi oleh faktor cahaya di ruangan tersebut. Untuk meminimalisir banyaknya cahaya yang masuk dan mengganggu pembacaan tetesan infus, digunakan selotip hitam di sekitar LED dan Photodioda sehingga cahaya yang masuk dapat fokus pada sekitar tabung infus saja.



Gambar 4.1 Tampilan Hasil Tetesan infus dan suhu tubuh pada serial monitor

Jarak yang dapat dijangkau oleh zigbee menurut datasheet adalah sekitar 100 meter pada indoor. Karena implementasi Tugas Akhir ini pada rumah sakit maka penulis mencoba untuk test pada ruangan indoor yang serupa seperti rumah sakit (banyak kamar) dengan hasil sebagai berikut:

Data	Jarak	Diterima	
		Infus (Delay)	Suhu
1 Set	1 Meter	tidak ada delay	34°C
1 Set	5 Meter	tidak ada delay	34°C
1 Set	10 Meter	delay 1 detik	34°C
1 Set	15 Meter	delay 2-3 detik	34°C
1 Set	20 Meter	delay 5 detik	34°C
1 Set	>20 Meter	delay >5 detik	34°C

Tabel 4.1 Tabel Penerimaan data oleh Xbee pada Serial Monitor dengan 1 set data

Data	Jarak	Diterima	
		Infus (Delay)	Suhu
2 Set	1 Meter	tidak ada delay	34°C
2 Set	5 Meter	tidak ada delay	34°C
2 Set	10 Meter	delay set 2, 1 detik	34°C
2 Set	15 Meter	delay 2 set, 3 detik	34°C
2 Set	20 Meter	delay 2 set, 5 detik	34°C
2 Set	>20 Meter	delay 3 set, >5 detik	34°C

Tabel 4.2 Tabel Penerimaan data oleh Xbee pada Serial Monitor dengan 2 set data

Data	Jarak	Diterima	
		Infus (Delay)	Suhu
3 Set	1 Meter	tidak ada delay	34°C
3 Set	5 Meter	tidak ada delay	34°C
3 Set	10 Meter	delay 1 detik	34°C
3 Set	15 Meter	delay 3 set, 3 detik	34°C
3 Set	20 Meter	delay 3 set, 5 detik	34°C
3 Set	>20 Meter	delay 3 set, >5 detik	34°C

Tabel 4.3 Tabel Penerimaan data oleh Xbee pada Serial Monitor dengan 3 set data

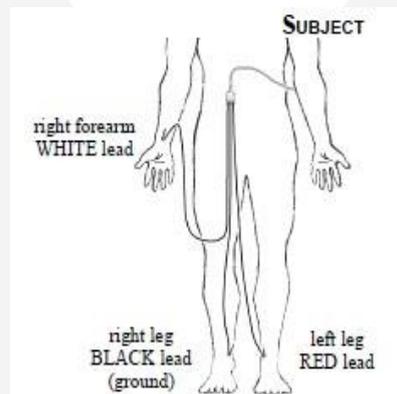
Data diatas terdiri dari 3 set pengiriman data. 1 Set pengiriman data terdiri dari 10 data tetesan infus dan average data dari pengukuran suhu tubuh. Dapat dilihat jika penerimaan data tetesan infus akan semakin kurang presisi jika jarak antara pengirim dan penerima semakin jauh dan jumlah set datanya yang dikirim semakin banyak. Namun jika jarak yang digunakan tidak terlalu jauh maka penerimaan data tidak mengalami delay.

Untuk suhu tubuh, saya menggunakan sistem pengiriman average data, sehingga tiap 10 pembacaan data suhu baru akan dikirim bersamaan dengan 1 set data tetesan infus. Untuk suhu tubuh sendiri relatif stabil mengukur pada 34°C. Berdasarkan datasheet Xbee pro S1, jarak maksimal untuk pengiriman data (indoor) adalah 50-100 Meter, namun pada Tugas Akhir ini jarak dibatasi di sekitar 20 Meter.

#### 4.2.2 Pengambilan data kelistrikan jantung

Data kelistrikan jantung yang diambil biopac pada 3 titik [10]. Menggunakan perantara elektroda dianalisis berdasarkan kondisi kulit. Kondisi kulit dalam dunia biomedis cukup berpengaruh terhadap hasil sadapan kelistrikan jantung. Kondisi yang biasanya berpengaruh antara lain:

1. Saat kulit kering
2. Saat kulit lembab
3. Saat kulit diberi gel



Gambar 4.2 Titik Sadapan data untuk EKG

Data yang diambil berasal dari 5 orang dengan kondisi kulit pada saat pengambilan sinyal kelistrikan jantung adalah dengan keadaan biasa tanpa gel dan dengan keadaan menggunakan gel dalam pengambilan data.

Subjek	Jenis Kelamin	Kondisi Kulit (Max)		Selisih
		Tanpa gel	Dengan Gel	
1	Laki-laki	0,909 MV	1,027 MV	<b>0,118 MV</b>
2	Perempuan	0,846 MV	0,891 MV	<b>0,045 MV</b>
3	Laki-laki	0,879 MV	0,886 MV	<b>0,007 MV</b>
4	Laki-laki	0,829 MV	1,317 MV	<b>0,448 MV</b>
5	Laki-laki	0,757 MV	0,874 MV	<b>0,117 MV</b>

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa data yang diambil dengan menggunakan gel lebih akurat (lebih tinggi) hasilnya dibandingkan tanpa gel. Hal ini terjadi karena gel EKG menambah tingkat sensitivitas elektroda

untuk menyadap data pada titik-titik yang diambil sinyal kelistrikan. Elektroda berdasarkan polaritasnya dibagi menjadi elektroda positif (anode) dan elektroda negatif (katode) dan netral (ground elektroda). Agar perolehan gambar EKG jelas, maka dibubuhi krim atau jelly sehingga resistensi antara elektroda dengan kulit menjadi seminimal mungkin. Dalam Tugas Akhir ini tidak membahas tentang BPM (Beat Per Minute), namun BPM juga ikut terlihat menggunakan Biopac.

#### 4.2.3 Analisis perbedaan hasil pengambilan data berdasarkan kondisi elektroda

Berdasarkan hasil diatas dapat dibandingkan hasil antara pengukuran tanpa gel dibandingkan dengan menggunakan gel pada saat pemakaian elektroda. Max dan Min pada panel software biopac diatas dapat dilihat perbedaannya. Walaupun perbedaan hanya sekitar 0,1 MV namun pada pengukuran biomedis hal tersebut cukup mendapat perhatian, apalagi jika sudah dicetak pada kertas ECG. Hal itu seperti dijelaskan pada buku referensi [11]. Pada buku tersebut ditampilkan perbandingan tiga lead hasil pengukuran dengan selisih perbedaan antara 0,1 MV – 0,4 MV. Perbedaan antara menggunakan gel atau tidak sebenarnya dipengaruhi oleh kondisi kulit objek penelitian. Seperti yang dijelaskan pada landasan teori, kulit manusia memiliki resistansi dan berpengaruh sesuai jenis kelamin dan usia. Pada Tugas Akhir ini, penulis menggunakan lima subjek penelitian. Yang pertama mahasiswa laki-laki usia 21 tahun. Yang kedua mahasiswa perempuan berusia 20 tahun. Yang ketiga adalah mahasiswa laki-laki berusia 22 tahun. Yang keempat dan kelima adalah mahasiswa dengan masing masing usia 22 dan 23 tahun. Hasil yang didapat seperti yang terlihat pada gambar diatas.

#### 4.2.4 Analisis proses pengambilan data kelistrikan melalui elektroda

Kelistrikan jantung pada manusia terbentuk karena adanya alat pacu jantung alami manusia bernama Sino Atrial (SA). SA node ini terbuat dari sel-sel khusus yang terletak di atrium kanan jantung. Nodus SA menciptakan listrik yang membuat jantung berdetak. Nodus SA biasanya menghasilkan sinyal listrik 60-100 per menit - ini adalah detak jantung. Kelistrikan pada manusia sendiri terbentuk dan mengalir di seluruh tubuh karena adanya ion Cl<sup>-</sup> dan ion K<sup>+</sup> yang mengalir di tubuh kita. Kelistrikan itulah yang diambil oleh elektroda sehingga dapat diproses menjadi output sinyal kelistrikan jantung. Elektroda sendiri terdiri dari beberapa unsur yang digunakan untuk mengambil kelistrikan tubuh manusia. Elektroda yang digunakan pada tugas akhir ini mengandung unsur Ag<sup>+</sup> yang berguna untuk mengikat/mengambil ion Cl<sup>-</sup> yang ada di dalam tubuh manusia sehingga pada saat akuisi data terjadi reaksi AgCl [12]. Gel elektroda berfungsi untuk mengurangi resistansi kulit sehingga reaksi elektroda dan kelistrikan tubuh semakin lancar dan akurat.

### 4.3 Analisis Performansi Keseluruhan

Keberhasilan sistem dalam sistem monitoring tugas akhir ini bergantung pada jarak maksimum Xbee dan gel yang mempengaruhi akuisisi data kelistrikan jantung. Sedangkan suhu tubuh pasien berada di kisaran 32-40 derajat celsius sesuai dengan referensi dan hasil pengukuran secara real seperti data pengukuran suhu diatas (32-34 derajat celsius).

#### 4.4 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah, dalam monitoring seorang subjek/pasien diperlukan ketelitian yang mendalam, apalagi jika menyangkut kelistrikan tubuh pasien. Karena kelistrikan dalam tubuh manusia sangat penting. Dengan tidak adanya kelistrikan dalam tubuh khususnya jantung maka akan menyebabkan akibat yang fatal seperti gagal jantung. Monitoring secara wireless juga diperlukan analisis jarak yang mendalam untuk memastikan jarak antara transmitter data dan receiver data.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://id.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiogram> (diakses tanggal 4 Februari 2015)
- [2] <http://biopac.com> (diakses tanggal 4 Februari 2015)
- [3] <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-tranducer/sensor-photodioda/> (diakses tanggal 4 Februari 2015)
- [4] <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-tranducer/sensor-suhu-thermistor/> (diakses tanggal 4 Februari 2015)
- [5] Dian Artanto (2012), "Interaksi Arduino dan LabVIEW". Jakarta. Penerbit Elex Media.
- [6] Royen Pakpahan (2012), "Kelistrikan Saraf Manusia"
- [7] Achmad Rizal (2014), "Instrumentasi Biomedis". Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- [8] [http://en.wikipedia.org/wiki/Heart\\_rate](http://en.wikipedia.org/wiki/Heart_rate) (diakses tanggal 4 Februari 2015)
- [9] Gabor Harsanyi Ph.D (2000), "Sensors in Biomedical Applications". Basel. Penerbit Technomic.
- [10] R. S. Khandpur (1997), "Handbook of Biomedical Instrumentation". New Delhi. Penerbit Tata McGraw-Hill
- [11] Richard Aston (1990), "Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement". Ohio. Penerbit Merrill publishing company
- [12] Bahareh Taji, Shervin Shirmohammadi, Voicu Groza, Izmail Batkin, "Impact of Skin–Electrode Interface on Electrocardiogram Measurements Using Conductive Textile Electrodes". IEEE.