

Sistem Demultiplexing Pengiriman Data Ecg, Ppg Dan Suhu Tubuh Untuk Monitoring Pasien

Sugondo Hadiyoso¹⁾ Akhmad Alfaruq²⁾ Achmad Rizal³⁾

¹²³BioSpin Research Group IT Telkom
sugondo.hadiyoso@gmail.com¹⁾ contact@akhal.org²⁾ arl@ittelkom.ac.id³⁾

Abstrak - Perangkat sistem monitoring elektrokardiograf (EKG), potoplethysmograf (PPG), dan suhu tubuh telah banyak dikembangkan, akan tetapi sistemnya masih terpisah sehingga dibutuhkan beberapa perangkat monitoring yang tidak terintegrasi. Untuk itu dibutuhkan suatu teknik *multiplexing* dari tiga sinyal data tersebut pada sisi perangkat dan teknik *demultiplexing* untuk memisahkan kembali data-data tersebut sehingga dapat ditampilkan kembali sesuai bentuk sinyal yang di-akusisi. Teknik *multiplexing* dilakukan menggunakan mikrokontroler AVR ATMEGA dengan ADC internal untuk merubah tiga sinyal analog yang di-akuisisi menjadi data digital. Selanjutnya data dikirim secara serial dengan menambahkan karakter spasi sebagai pemisah antara data yang satu dengan yang lain dengan urutan : data pertama adalah EKG, data kedua adalah PPG dan data ketiga adalah suhu tubuh. Pada bagian aplikasi pengguna dilakukan proses *demux* dengan memilah masing-masing data yang diterima dan menghilangkan karakter spasi dengan kata lain data yang diterima menjadi tiga kolom, proses ini dapat kita sebut *parsing data*. Terakhir data akan di plot dalam grafik oleh program aplikasi. Setelah dilakukan pengujian dapat disimpulkan bahwa telah berhasil direalisasikan perangkat yang dapat *me-multiplexing* beberapa data sehingga dapat dikirimkan secara bersamaan dengan karakter spasi untuk memisahkan antara data yang satu dengan yang lain. Pada bagian aplikasi juga telah berhasil melakukan proses *demux* dan dapat menampilkan grafik sinyal dengan benar. Dari sini tentunya dapat digunakan sebagai aplikasi monitoring pasien rawat inap di rumah sakit.

Kata Kunci: EKG, PPG, AVR ATMEGA Multiplexing, Demultiplexing, parsing.

1. PENDAHULUAN

Perangkat sistem monitoring elektrokardiograf (EKG), potoplethysmograf (PPG) dan suhu tubuh telah banyak dikembangkan, akan tetapi sistemnya masih terpisah sehingga tidak hanya satu perangkat yang dibutuhkan untuk melakukan monitoring. Hal ini menimbulkan ketidak efisienan dalam penggunaan perangkat karena akan ada lebih dari satu perangkat

untuk melakukan fungsi monitoring tersebut. Untuk itu diperlukan suatu teknik *multiplexing* dari beberapa

sinyal tersebut yang dikirim secara bersamaan tanpa saling mengganggu sinyal yang satu dengan yang lain. Pada bagian penerima atau aplikasi pengguna dibutuhkan suatu teknik *demultiplexing* untuk memisahkan sinyal-sinyal tersebut sehingga dapat ditampilkan dengan benar pada program aplikasi yang selanjutnya dapat dilakukan analisis.

Pada penelitian sebelumnya telah berhasil direalisasikan sistem *multiplexing* ketiga sinyal tersebut dan telah dipublikasikan pada salah satu prosiding nasional. Oleh karena itu pada penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya dimana data-data yang dikirimkan akan dipisahkan dan ditampilkan kembali pada program aplikasi yang dirancang.

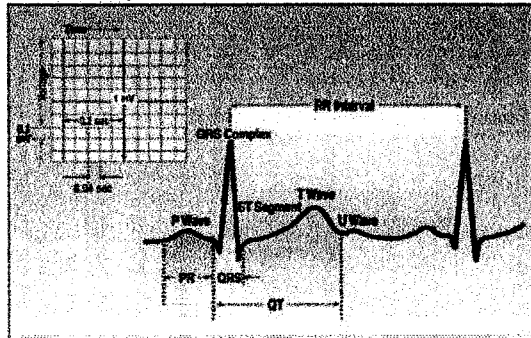
2. LANDASAN TEORI

2.1 Elektrokardiograf

Elektrokardiograf (EKG) merupakan suatu gambaran yang terbentuk sebagai hasil dari aktivitas listrik jantung. EKG diambil dengan memasang elektroda pada titik tertentu tubuh pasien. Sinyal elektrokardiogram mempunyai bentuk spesifik sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan kondisi kesehatan jantung oleh ahli jantung. Sinyal EKG direkam menggunakan perangkat elektrokardiograf. [6] Urutan terjadinya sinyal Elektrokardiogram [6] :

1. Vektor depolarisasi (terjadi perubahan muatan listrik) kontraksi atrium dari sinus atrialis ke *nodulus atrio ventricularis* saat terjadi, menimbulkan gelombang P.
2. Gelombang R tanda akhir dari kontraksi atria dan awal dari kontraksi ventrikel.
3. Vektor yang timbul karena depolarisasi ventrikel membangkitkan *QRS kompleks*.
4. Vektor menimbulkan gelombang T disebabkan repolarisasi ventrikel.
5. Interval P-R adalah menandakan waktu dari permulaan kontraksi atrial sampai permulaan kontraksi ventrikel

6. Interval R-T menunjukkan kontraksi otot (*ventricel systole*), dan interval T-R menunjukkan adanya relaksasi otot (*ventricel diastole*).



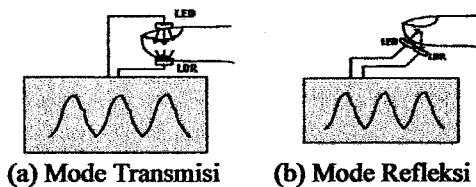
Gambar 1 Sinyal EKG

2.2 Potoplethysmograf

Fotoplethysmograf merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk mengukur perubahan volume darah di dalam suatu organ atau seluruh tubuh. Biasanya merupakan hasil dari fluktuasi darah atau udara yang terkandung di dalamnya. PPG (*Photoplethysmograph*) merupakan instrumen plethysmograf yang bekerja menggunakan sensor optik.

Dalam teknik Plethysmograf dikenal dua macam mode konfigurasi pemasangan sensor.

1. Mode transmisi : Sumber cahaya (LED) dipasang berhadapan dengan sensor cahaya (LDR) seperti pada gambar 2(a) LDR mendeteksi perubahan cahaya yang dipancarkan oleh LED akibat penyerapan oleh organ (darah, kulit, dan daging/otot) secara langsung.
2. Mode refleksi : Dalam mode refleksi LED dan LDR dipasang berjajar. Sinyal/perubahan cahaya yang dideteksi oleh LDR adalah sinyal pantulan/refleksi. Konfigurasi mode refleksi dapat dilihat pada gambar 2(b).

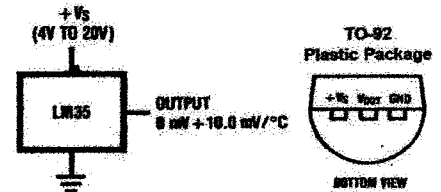


Gambar 2 Mode konfigurasi Potoplethysmograf

2.3 Sensor Suhu LM 35

IC LM 35 adalah suatu sensor suhu yang bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana tegangan keluaran sangat linear sepadan dengan perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV} / ^\circ \text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV . IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celsius pada temperatur ruang serta jangka sensor mulai dari -55°C sampai dengan 150°C . IC LM 35 dapat dialiri arus $60 \mu \text{A}$ dari sumber sehingga panas yang ditimbulkan sendiri

sangat rendah kurang dari 0.1°C di dalam suhu ruangan.



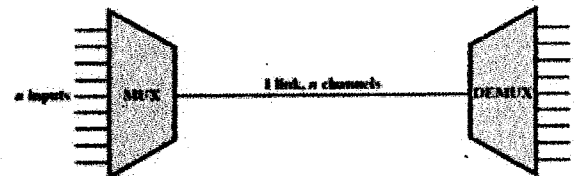
Gambar 3 Sensor LM35

Adapun karakteristik dari sensor suhu LM35 adalah sebagai berikut:

- 1) Kalibrasi dalam satuan derajat celsius.
- 2) Linieritas $+10 \text{ mV} / ^\circ \text{C}$.
- 3) Akurasi 0.5°C pada suhu ruang.
- 4) Range $-55^\circ \text{C} - 150^\circ \text{C}$.
- 5) Dioperasikan pada catu daya $4 \text{ V} - 30 \text{ V}$.

2.4 Multiplexing dan Demultiplexing

Multiplexing adalah teknik menggabungkan beberapa sinyal untuk dikirimkan secara bersamaan pada suatu kanal transmisi. Dimana perangkat yang melakukan *multiplexing* disebut *multiplexer* atau disebut juga MUX. Untuk disisi penerima, gabungan sinyal-sinyal itu akan kembali dipisahkan sesuai tujuan masing-masing. Proses ini disebut dengan *demultiplexing*. *Receiver* atau perangkat yang melakukan *demultiplexing* disebut dengan *demultiplexer* atau disebut juga dengan istilah DEMUX. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar berikut.



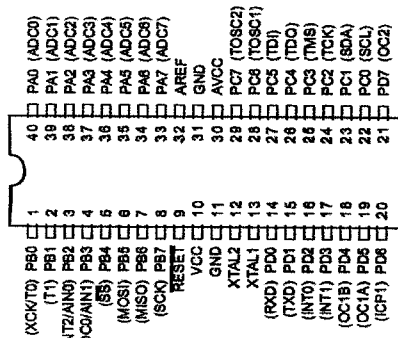
Gambar 4 Sistem Mux dan Demux

2.5 Mikrokontroler AVR ATMEGA

Pada penelitian ini, mikrokontroler AVR yang digunakan adalah ATMEGA8535. Berikut adalah fitur-fitur mikrokontroler seri ATMEGA 8535:

1. Clok maksimum sebesar 16 Mhz .
2. Memori Flash 8 Kbytes .
3. Memori EEPROM 512 bytes .
4. *Programming Lock* untuk sekuriti.
5. Dua *timer/counter* 8 bit .
6. Satu *timer/counter* 16 bit .
7. Empat *PWM channels*.
8. Delapan *channel ADC* 10 bit .
9. Komunikasi serial USART.
10. Master/slave SPI serial.
11. Analog komparator
12. Eksternal dan internal *interrupt*.
13. 32 pin I/O .
14. Fasilitas In System Programming (ISP).

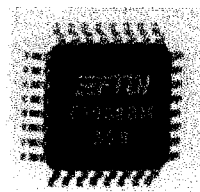
dalam suhu



Gambar 5 Pin ATmega8535

2.6 Konverter Serial to USB

Konverter TTL ke USB digunakan untuk mengkonversi data TTL ke data USB sehingga alat dapat dihubungkan ke port USB yang ada pada PC. Konverter TTL ke USB yang digunakan dibuat dari IC FT-232 yang merupakan IC buatan FTDI. FT-232 memberikan kemudahan untuk antarmuka *comport* ke USB karena IC ini menyediakan virtual *comport* melalui port USB. Gambar dari IC FT-232 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 IC FT-232

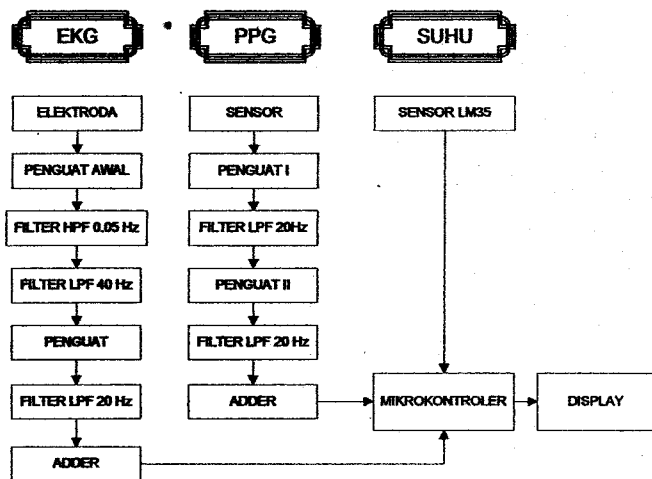
3. PERANCANGAN DAN REALISASI

3.1 Spesifikasi Alat

Alat yang direalisasikan adalah suatu perangkat yang dapat menampilkan sinyal EKG, PPG serta suhu tubuh pasien secara bersamaan. Untuk hasil keluaran ditampilkan dalam dua cara yaitu dapat melalui LCD grafis dan dapat ditampilkan pada PC dengan program aplikasi yang telah dibuat. Berikut adalah spesifikasi perangkat yang dibuat :

- 1) Pengambilan sinyal EKG menggunakan elektroda yang dipasang pada tubuh.
- 2) PPG yang dibuat menggunakan sensor yang dibuat dari LED dan LDR.
- 3) Sensor suhu yang digunakan adalah LM35.
- 4) Mikrokontroler yang digunakan adalah jeni AVR ATMEGA.
- 5) Sumber tegangan berasal dari dua buah batere dengan spesifikasi 6 V 1,3 AH.
- 6) Program mikrokontroler yang digunakan adalah BASCOM AVR.
- 7) Program Aplikasi dibuat menggunakan Delphi 10.

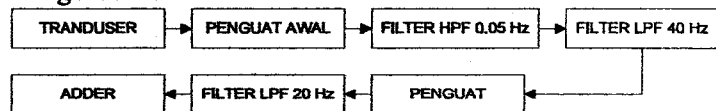
3.2 Blok Diagram Sistem



Gambar 7 Blok Diagram Sistem

3.3 Perancangan dan Realisasi EKG

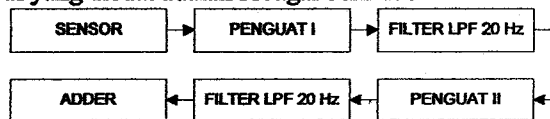
Untuk mendapatkan sinyal EKG dari tubuh, diperlukan suatu rangkaian pengkondisi sinyal yang dapat mengakuisisi sinyal EKG. Secara umum rangkaian pengkondisi sinyal yang dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 8 Blok EKG

3.4 Perancangan dan Realisasi PPG

Untuk mendapatkan sinyal PPG, diperlukan suatu rangkaian pengkondisi sinyal yang dapat mengakuisisi sinyal PPG. Secara umum rangkaian pengkondisi sinyal yang dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 9 Blok PPG

3.5 Sistem Multiplexing dan Demultiplexing

Pada bagian ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Proses yang dilakukan di dalamnya cukup sederhana, pada bagian *multiplexer*, ketiga data analog hasil akuisisi dibaca dan dikonversi menjadi format digital oleh ADC internal mikrokontroler. Selanjutnya setiap data yang dikirim dipisahkan menggunakan karakter spasi untuk membedakan antara data yang satu dengan yang lain sehingga akan memudahkan proses *demultiplexing*. Kemudian data dirubah menjadi level TTL supaya dapat dibaca oleh PC. Berikut potongan program yang ditanam di mikrokontroler.

```

Start Adc
%memulai pembacaan ADC
  Adc_ecg = Getadc(0)
Stop Adc
Waitms 10
Start Adc
  Adc_ppg = Getadc(1)
Stop Adc
Waitms 10
Start Adc
  Adc_suhu = Getadc(2)
Stop Adc
Waitms 10
%Kirim serial ketiga data yang
dipisahkan dengan spasi
Print Adc_ecg ; " " ; Adc_ppg ; " "
; Adc_suhu ; " " ;

```

Proses *demultiplexing* dilakukan pada program aplikasi dengan memilah masing-masing data yang diterima dan menghilangkan karakter spasi dengan kata lain data yang diterima menjadi tiga kolom, proses ini dapat kita sebut *parsing data*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bahasan berikutnya. Terakhir data akan di plot dalam grafik oleh program aplikasi. Berikut potongan program *demux* pada Delphi 10.

```

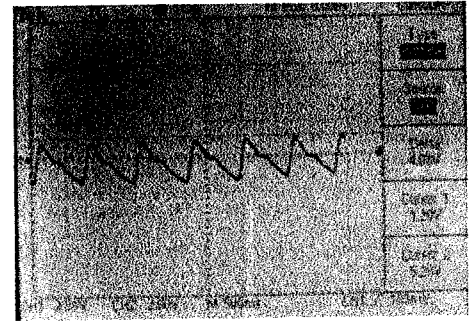
DataADC:=Copy(Data, 0, N-1);
Buffer.Lines.Add(DataADC);
Data:='';
N:=Pos(' ', DataADC);
DataECG:=StrToInt(Copy(DataADC, 0, N-1));
DataADC:=Copy(DataADC, N+1, MaxInt);
N:=Pos(' ', DataADC);
DataPPG:=StrToInt(Copy(DataADC, 0, N-1));
DataADC:=Copy(DataADC, N+1, MaxInt);
N:=Pos(' ', DataADC);
DataSuhu:=StrToInt(Copy(DataADC, 0, N-1));

```

4. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Pengujian Blok PPG

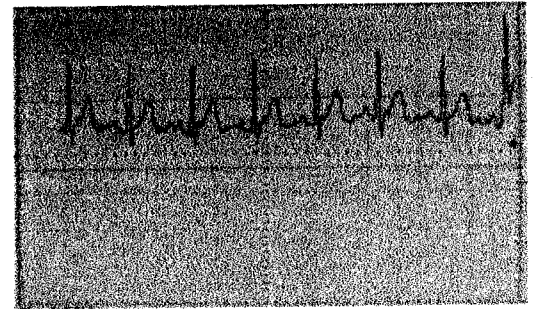
Pengujian blok ini dilakukan untuk mengetahui bentuk sinyal dan keluarannya pada blok PPG. Setelah dilakukan pengujian menggunakan osiloskop didapatkan sinyal PPG seperti pada Gambar di bawah ini. Sinyal PPG sudah bersih dari *noise* sehingga tidak diperlukan rangkaian filter tambahan.



Gambar 10 Sinyal PPG

4.2 Pengujian Blok EKG

Pengujian blok ini dilakukan untuk mengetahui bentuk sinyal dan keluarannya pada blok EKG. Setelah dilakukan pengujian menggunakan osiloskop didapatkan sinyal EKG seperti pada Gambar di bawah ini. Sinyal EKG sudah bersih dari *noise* sehingga tidak diperlukan rangkaian filter tambahan.



Gambar 11 Sinyal EKG

4.3 Pengujian Sensor Suhu

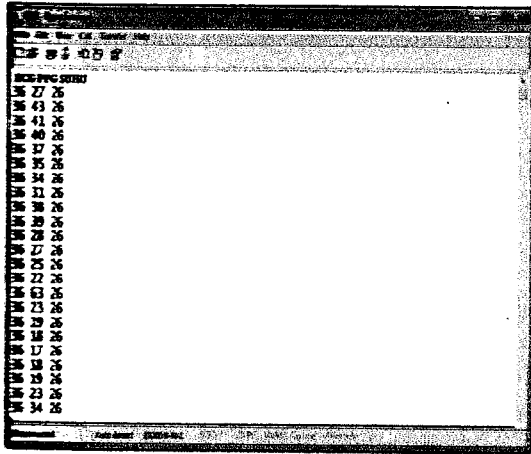
Pengujian pada sensor suhu LM 35 dilakukan untuk mengetahui besarnya kenaikan tegangan keluaran sensor tiap °C dan mengetahui apakah sensor yang digunakan ada kesalahan atau tidak. Cara pengujianya dengan memberikan catuan sebesar 5V dan memasukkan kepala sensor ke dalam air. Kemudian diukur tegangan keluaran sensor serta dilihat hasil pembacaan suhu pada alat pengontrol suhu yang dibuat.

Tabel 1 Pengujian Sensor Suhu

Percobaan Ke-	Suhu pada Termometer (°C)	Suhu pada Alat (°C)	Kesalahan (°C)	Tegangan (Volt)	V.°C
1	26	26	0	0,26	0,009
2	27,5	27	0,5	0,27	0,01
3	28	28	0	0,28	0,01
4	29	29	0	0,29	0,01
5	30	31	0	0,30	0,01
6	31	31	0	0,31	0,009
7	32,5	32	0,5	0,32	0,01
8	33	34	0	0,33	0,01
9	34	34	0	0,34	0,01
10	35	35	0	0,35	0,01
11	36,5	36	0,5	0,36	0,01
12	37,5	37	0,5	0,37	0,01
13	38	38	0	0,38	0,01
14	39	39	0	0,39	0,01
15	40	40	0	0,40	0,01

4.4 Bagian Multiplexer

Pada bagian ini, pengujian dilakukan dengan bantuan program *hyperterminal* yang terdapat pada sistem operasi *windows*. Sebelumnya *disetting* terlebih dahulu terutama *bit rate* harus disesuaikan dengan *bit rate* pengiriman pada mikrokontroler. Hal lain yang juga perlu diperhatikan adalah set koneksi ke COMx, tergantung dari nomor COM yang digunakan. Setelah semua selesai dilakukan maka secara otomatis data yang diterima akan ditampilkan. Berikut hasil pengamatan data yang diterima pada *hyper terminal*.

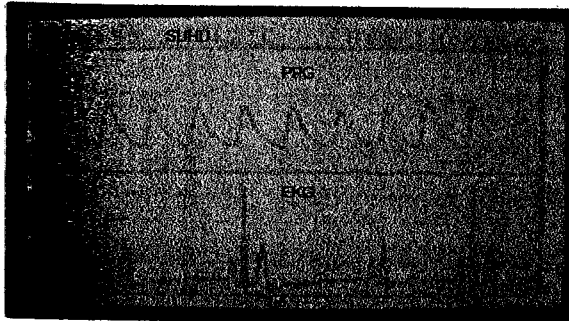


Gambar 13 Capture Data Pada Hyper Terminal

Dari Gambar di atas terlihat data yang diterima sudah sesuai format yang diinginkan dimana antar data dipisahkan oleh karakter spasi sehingga data terlihat menjadi tiga kolom yang masing-masing merupakan data EKG, PPG dan Suhu tubuh.

4.5 Bagian Demultiplexer dan Program Aplikasi

Data yang telah berhasil di-demux akan di rekonstruksi kembali menjadi ke dalam bentuk grafik untuk dilakukan analisis oleh penggunanya. Gambar di bawah ini merupakan grafik sinyal yang ditampilkan pada aplikasi.



Gambar 14 Plot Sinyal Pada LCD

Dari Gambar di atas terlihat data yang ditampilkan sudah sesuai dengan data yang dikirimkan baik EKG, PPG maupun Suhu. Dapat disimpulkan bahwa proses demux berhasil dilakukan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa telah berhasil direalisasikan perangkat yang dapat *multiplexing* beberapa data sehingga dapat dikirimkan secara bersamaan dengan karakter spasi untuk memisahkan antara data yang satu dengan yang lain. Pada bagian aplikasi juga telah berhasil melakukan proses *demux* dan dapat menampilkan grafik sinyal dengan benar. Dari sini nantinya dapat digunakan sebagai aplikasi monitoring pasien rawat inap di rumah sakit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini adalah bagian dari penelitian dengan judul "Pengembangan Multisignal Remote Patient Monitoring System Untuk Perawatan Pasien Jantung Menggunakan Protokol Wireless LAN (IEEE.802.11.b/g)" Dibiayai oleh Hibah Program Penelitian, Nomor :073 /SP2H/ PL/Ditlitabmas /III/ 2012, Kementerian Pendidikan Nasional, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Alfaruq, Akhmad.2011. *Integrasi Sistem Monitoring Elektrokardiograf dan Fotoplethysmograf Berbasis Mikrokontroler*. IT Telkom. Bandung. Tidak Diterbitkan
- [2] Gunawan, Hanapi.1981. *Prinsip-Prinsip Elektronik*. Erlangga. Jakarta.
- [3] Riko, Saputra.2008. *Perancangan dan Implementasi Aplikasi Penerima Data Pada Sistem Monitoring Elektrokardiograf Digital Bebasiskan Wireless LAN (802.11b)*. IT Telkom. Bandung. Tidak Diterbitkan
- [4] Sutanto, Ahmad.2008. *Implementasi Embedded Wireless LAN (802.11b) Sebagai Pengirim Data Pada Sistem Monitoring Elektrokardiograf Digital*. IT Telkom. Bandung. Tidak Diterbitkan
- [5] Sugondo, Hadiyoso.2010. *Sistem Monitoring Photoplethysmograph Digital Dengan Wireless Lan (802.11b) Sebagai Pengirim Data*. IT Telkom. Bandung. Tidak Diterbitkan
- [6] Widjaja, Sutopo.1990. *ECG Praktis*. Binarupa Aksara. Jakarta.

ahui bentuk
G. Setelah
osiloskop
di bawah
ingga tidak

kan untuk
keluaran
sensor yang
ak. Cara
sebesar 5V
dalam air.
sensor serta
pengontrol

tegangan (Volt)	V ^o C
0.26	0,009
0.27	0,01
0.28	0,01
0.29	0,01
0.30	0,01
0.31	0,009
0.32	0,01
0.33	0,01
0.34	0,01
0.35	0,01
0.36	0,01
0.37	0,01
0.38	0,01
0.39	0,01
0.40	0,01