

SISTEM MULTIPLEXING PADA PENGIRIMAN DATA MONITORING ECG, PPG, DAN SUHU TUBUH BERBASIS MIKROKONTROLER

Sugondo Hadiyoso¹, Akhmad Alfaruq², Achmad Rizal³

^{1,2,3}BIOSPIN, (Biomedical Instrumentation Research Group), Institut Teknologi Telkom
Jl. Telekomunikasi No.1. Dayeuhkolot Bandung 40257
Telp. (022) 7564108 Faks. (022) 7562721

E-mail: sugondo.hadiyoso@gmail.com, contact@akhal.org, arl@ittelkom.ac.id

ABSTRAK

Perangkat sistem monitoring elektrokardiograf (ECG), potopletismograf (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 ketidakefisienan dalam penggunaan perangkat karena ada lebih dari satu perangkat untuk melakukan fungsi monitoring tersebut. Untuk itu diperlukan suatu teknik multiplexing atau penggabungan dari beberapa sinyal data baik elektrokardiograf, potopletismograf, dan suhu tubuh sehingga data dapat dikirim secara bersamaan tanpa saling mempengaruhi satu sama lain. Teknik multiplexing ini dilakukan menggunakan mikrokontroler AVR ATMEGA 16 karena pada mikrokontroler jenis ini memiliki ADC internal sebanyak delapan buah sehingga dapat digunakan untuk pembacaan beberapa data hasil akuisisi sensor. Setelah dilakukan pembacaan oleh ADC pada hasil akuisisi ECG, PPG, dan suhu tubuh, data hasil konversi tersebut dikirim secara serial dengan format yang telah ditentukan sehingga ketiga data tersebut jika dikirim akan berurutan yang bertujuan agar proses demultiplexing di sisi penerima menjadi lebih mudah. Data dikirim ke personal komputer atau laptop menggunakan perangkat serial to USB. Pengujian dilakukan dengan bantuan software hyper terminal yang sudah tersedia pada sistem operasi windows. Dari hasil pengujian didapatkan hasil yang sesuai dengan perancangan, pada hyper terminal data hasil akuisisi disajikan dalam 3 kolom, kolom pertama dan kedua berupa nilai amplituda sinyal ECG dan PPG kemudian kolom ketiga berupa data suhu tubuh. Untuk penelian berikutnya dapat dilakukan proses demultiplexing menggunakan software aplikasi sehingga data dapat ditampilkan dalam grafik.

Kata Kunci: demultiplexing, ECG, PPG, mikrokontroler, multiplexing.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perangkat sistem monitoring elektrokardiograf (ECG), potopletismograf (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 ketidakefisienan dalam penggunaan perangkat karena ada lebih dari satu perangkat untuk melakukan fungsi monitoring tersebut. Untuk itu diperlukan suatu teknik *multiplexing* atau penggabungan dari beberapa sinyal data baik elektrokardiograf, potopletismograf, dan suhu tubuh sehingga data dapat dikirim secara bersamaan tanpa saling mempengaruhi satu sama lain. Pada penelitian sebelumnya, alat yang digunakan untuk menampilkan sinyal ECG dan PPG masih terpisah. Untuk itu diperlukan suatu teknik *multiplexing* atau penggabungan dari beberapa sinyal data baik elektrokardiograf, potopletismograf, dan suhu tubuh sehingga data dapat dikirim secara bersamaan tanpa saling mempengaruhi satu sama lain.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini direalisasikan sebuah teknik *multiplexing* data yang berupa data ECG, PPG, dan Suhu Tubuh sehingga dapat mempermudah fungsi

monitoring. Penelitian ini akan digunakan sebagai acuan penelitian berikutnya untuk proses *demultiplexing* dan penyajian data.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Fotopletismograf

Volume darah dalam suatu organ akan selalu berubah-ubah akibat dari pemompaan darah oleh jantung. Pletismograf merupakan suatu teknik untuk mendeteksi / mengukur perubahan volume di dalam suatu organ. Informasi dari sinyal perubahan volume darah ini dapat digunakan untuk menghitung detak jantung permenit karena setiap puncak gelombang yang terjadi berkorelasi dengan satu detak jantung.

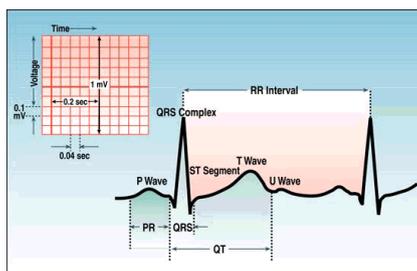
Fotopletismograf merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk mengukur perubahan volume darah di dalam suatu organ atau seluruh tubuh. Biasanya merupakan hasil dari fluktuasi darah atau udara yang terkandung di dalamnya. PPG (*Photoplethysmograph*) merupakan instrument letismograf yang bekerja menggunakan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

2.2 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 elektrokardiograf mempunyai bentuk spesifik sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan kondisi kesehatan jantung oleh ahli jantung. Sinyal EKG direkam menggunakan perangkat elektrokardiograf. Urutan terjadinya sinyal Elektrokardiograf sebagai berikut:

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 ECG

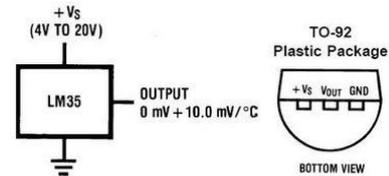
2.3 Sensor Suhu LM 35

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 penguah 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°C di dalam suhu ruangan.

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 $0,5^\circ \text{C}$ pada suhu ruang.
4. Range $-55^\circ \text{C} - 150^\circ \text{C}$.
5. Dioperasikan pada catu daya $4 \text{ V} - 30 \text{ V}$.



Gambar 2 Sensor Suhu LM 35

2.4 Multiplexing

Multiplexing adalah teknik menggabungkan beberapa sinyal untuk dikirimkan secara bersamaan pada suatu kanal transmisi. Dimana perangkat yang melakukan Multiplexing disebut Multiplexer atau disebut juga dengan istilah Transceiver / Mux. Dan untuk di sisi penerima, gabungan sinyal - sinyal itu akan kembali di pisahkan sesuai dengan 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.

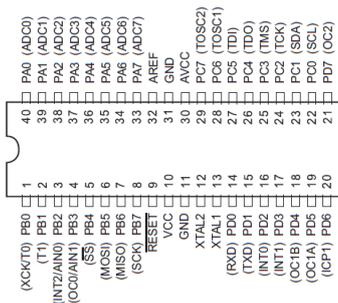


Gambar 3 Sitem Mux dan Demux

2.5 Mikrokontroler AVR

Pada penelitian ini, mikrokontroler AVR yang digunakan adalah ATmega16. Berikut adalah fitur-fitur mikrokontroler seri ATmega16:

1. Clok maksimum sebesar 16 Mhz .
2. Memori Flash 16 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).



Gambar 4 Konfigurasi Pin ATMEGA 16

2.6 Hyper Terminal

Windows Hyperterminal adalah program asesori komunikasi bawaan windows untuk mengases *peripheral* luar melalui serial *port*, misalnya modem, *access point*, timbangan. Programmer mikrokontroler atau downloader, juga dapat memanfaatkan port ini untuk memprogram mikrokontroler, tetapi harus diset dahulu, dan hasil setingan bisa disimpan, sehingga kalau nantinya digunakan lagi tidak perlu diseting ulang. berikut cara seting;

1. Buat koneksi baru.



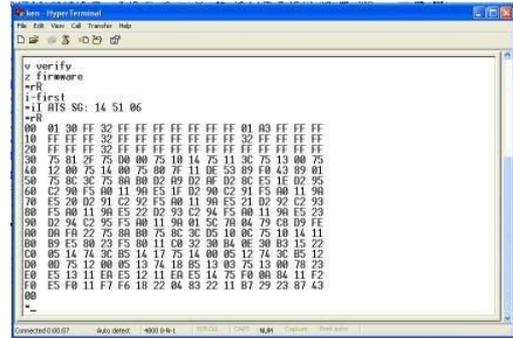
Gambar 5 Membuat Koneksi Pada *Hyper Terminal*

2. Set koneksi ke COMx, tergantung nomor COM portnya yang ada



Gambar 6 Port Setting

3. Set parameter komunikasi serial



Gambar 7 Respon firmware programmer mikrokontroler

2.7 Konverter TTL ke 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 dibawah ini:



Gambar 8 *Chip Serial to USB*

3. PERANCANGAN DAN REALISASI

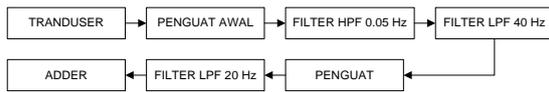
3.1 Spesifikasi Alat

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

1. PPG yang dibuat menggunakan sensor yang dibuat dari LED dan LDR.
2. EKG yang dibuat adalah jenis monitoring EKG.
3. Sensor suhu yang digunakan adalah LM35.
4. Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis AVR ATMEga.
5. Sumber tegangan berasal dari dua buah baterai dengan spesifikasi 6 V, 1.3AH.
6. Program mikrokontroler yang digunakan adalah BASCOM AVR.

3.2 Perancangan dan Realisasi ECG

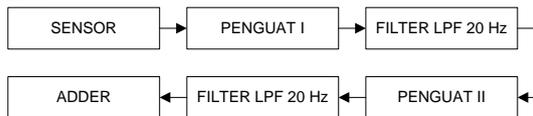
Untuk mendapatkan sinyal ECG dari tubuh, diperlukan suatu rangkaian pengkondisi sinyal yang dapat mengakuisisi sinyal ECG. Secara umum rangkaian pengkondisi sinyal yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 9 Blok ECG

3.3 Perancangan dan Realisasi PPG

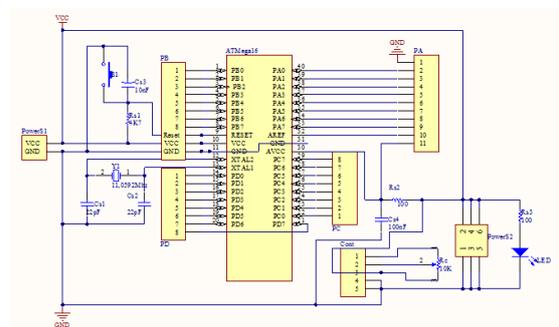
Untuk mendapatkan sinyal PPG, diperlukan suatu rangkaian pengkondisi sinyal yang dapat mengakuisisi sinyal PPG. Secara umum rangkaian pengkondisi sinyal yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 10 Blok PPG

3.4 Perancangan Mikrokontroler

Pada pembuatan penelitian ini, rangkaian mikrokontroler digunakan untuk mengolah data dari blok rangkaian EKG, PPG, dan sensor suhu yang kemudian mengirimkan data secara serial ke PC. Pada mikrokontroler ini sudah ada ADC internal sehingga tidak diperlukan lagi ADC tambahan untuk mengubah analog ke digital.



Gambar 11 Skematik Mikrokontroler

3.5 Multiplexing

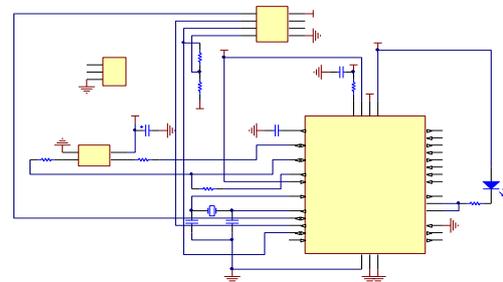
Pada bagian ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Proses yang dilakukan didalamnya cukup sederhana, ketiga data analog hasil akuisisi dibaca dan dikonversi menjadi format digital oleh ADC internal mikrokontroler. Selanjutnya setiap data yang akan dikirim ditambahkan *header* berupa karakter spasi untuk membedakan antara data yang satu dengan yang lain sehingga mempermudah proses *demultiplexing*. Terakhir data diubah menjadi level TTL supaya data dapat dibaca oleh PC. Berikut potongan program baca ADC dan penambahan *header*, program dibuat dengan BASCOM AVR.

```
Start Adc
      Adc_ppg      =      Getadc (4)
%baca data PPG
      Stop Adc
```

```
Data_ppg      =      Adc_ppg      /
Amp_ppg
Data_ppg = Abs (data_ppg)
Data_ppg      =      Pos_ppg      -
Data_ppg
Data_ppg_2 = Data_ppg
Waitms Sampling
Start Adc
      Adc_ecg      =      Getadc(1)
%baca data ECG
      Stop Adc
Data_ecg      =      Adc_ecg      /
Amp_ecg
Data_ecg = Abs (data_ecg)
Data_ecg      =      Pos_ecg      -
Data_ecg
Data_ecg_2 = Data_ecg
Waitms Sampling
Start Adc
      Adc_suhu_1   =      Getadc(7)
%baca data Suhu
      Stop Adc
%program kirim data dengan
penambahan spasi
Print Tampil_suhu ; " " ; Data_ecg
; " " ; Data_ppg ;
```

3.6 Konverter TTL to USB

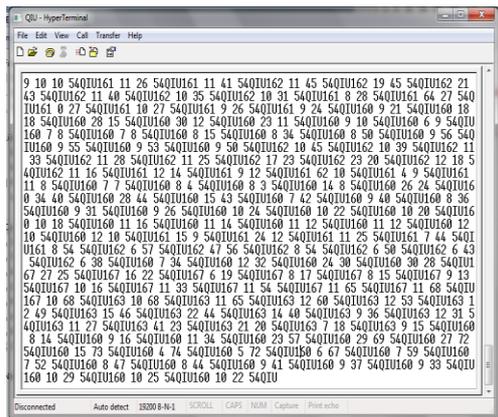
Konverter ini digunakan untuk mengubah data TTL menjadi data USB sehingga alat dapat langsung dihubungkan ke port USB pada PC. Berikut adalah gambar rangkaian dari konverter TTL to USB:



Gambar 12 Skematik Serial to USB

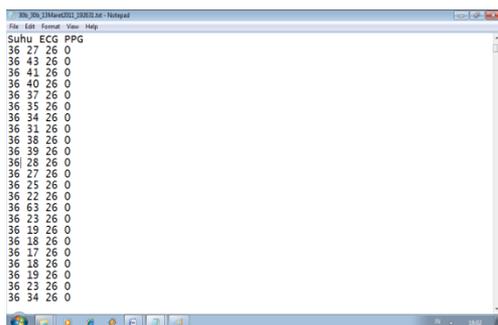
4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan dengan menggunakan bantuan *hyper terminal*. Sebelumnya disetting terlebih dahulu terutama bit rate, bit rate disesuaikan dengan mikrokontroler yaitu 19200 bps. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah set koneksi ke COMx, tergantung nomor COM portnya yang ada. Setelah semua selesai dilakukan secara otomatis data akan ditampilkan. Berikut hasil pengamatan data yang diterima pada *hyper terminal*.



Gambar 13 Capture Data

Dari Capture data diatas terlihat bahwa data yang diterima sudah sesuai dengan format yang dikirim dengan urutan data pertama suhu, kedua ECG, dan ketiga PPG. Ketiga data tersebut dipisahkan dengan karakter spasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada file .txt dibawah ini. File ini merupakan hasil ekstrak dari hyper terminal.



Gambar 14 Data Pada Notepad

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa telah berhasil direalisasikan perangkat yang dapat *memultiplexing* beberapa data sehingga dapat dikirim secara bersamaan dengan memberikan karakter tambahan yaitu spasi untuk memisahkan antara data yang satu dengan yang lain. Dari sini nantinya dapat digunakan dalam aplikasi monitoring pasien rawat inap di rumah sakit dengan data yang lebih *kompleks* dan program aplikasi yang dapat menampilkan grafik sinyal

PUSTAKA

- Hadiyoso, Sugondo. 2010. *Sistem Monitoring Photoplethysmograph Digital dengan Wireless Lan (802.11b) Sebagai Pengirim Data*. Bandung: ITTelkom.
- Heryanto ST, M. Ary. 2008. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta: Andi.

- Madcom.2006. *Pemrograman Borland Delphi 7*. Andi: Yogyakarta.
- Sutanto, Ahmad. 2008. *Implementasi Embedded Wireless Lan (802.11b) Sebagai Pengirim Data pada Sistem Monitoring Elektrokardiograf Digital*. Bandung: ITTelkom.
- Sutopo, Widjaja. 1990. *ECG Praktis*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- Winoto, Ardi.2008. *Mokrokontroler AVR Atmega8/3216/8538 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika.

<http://akhal.org>. Bandung: 10 Oktober 2010.
www.alldatasheet.com. Bandung: 21 Juli 2010.