

Pemanfaatan modul wireless X-bee pro untuk *Electrocardiograf* (ECG) Terhubung ke *Personal Computer* (PC)

M. Rochmad, Ratna Adil

Jurusan Teknik Elektronika
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
Telp. 031- 5947280, 031- 5946114, Fax : 031 – 5946114
email: rochmad@eepis-its.edu

ABSTRAK

Monitoring bagi pasien penderita penyakit jantung koroner (PJK) sangat perlu dilakukan melihat faktor resiko kematian mendadak mempunyai kemungkinan yang besar karena penyempitan pembuluh arteri koronaria dapat terjadi pada saat yang tak terduga dan dapat membuat jantung si pasien berhenti bekerja dalam waktu singkat. Hal ini dibutuhkan agar dokter dapat mengetahui kondisi pasien selama melakukan rawat jalan.

Untuk itu fokus pembuatan prototipe ECG menggunakan media wireless sebagai sarana pengiriman data sinyal jantung pasien yang terhubung pada sebuah PC pasien diperlukan dalam monitoring pasien. ECG wireless ini menggunakan INA 128 sebagai rangkaian instrumentasi dan LPF 40Hz, untuk pengolahan sinyal jantung pada Atmega16 dibutuhkan rangkaian clamper dan penguat. Sebagai modul wireless menggunakan Xbee PRO OEM RF Module ISM 2.4 GHz. Data sinyal jantung yang diterima receiver dihubungkan melalui serial menggunakan RS232 ke PC pasien.

Hasilnya, ECG wireless ini dapat melakukan pengiriman data sinyal jantung pasien dengan jarak ± 30 meter dari transmitter ke PC pasien pada ruang yang terhalangan (dinding, lemari) dan persentase data sinyal jantung yang diterima PC pasien mengalami hilang relatif kecil yaitu 0.1% tiap menit. Sinyal jantung dapat terekam stabil jika pasien dalam keadaan tenang dan menggunakan alas kaki selama proses monitoring.

Kata kunci: Electrocardiogram (ECG), Sistem peringatan dini, Komunikasi data wireless

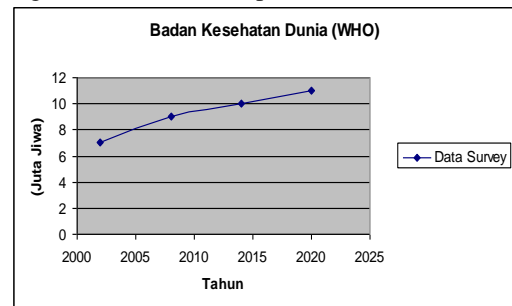
1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penyakit Jantung Koroner (PJK) adalah salah satu dari penyakit jantung yang disebabkan karena penyempitan pembuluh darah di jantung. Menurut dr. Choesnan Effendi, staf pengajar Ilmu Faal FK Unair, mengatakan bahwa pembuluh darah yang mensuplai nutrisi dan oksigen pada jantung adalah pembuluh darah koroner, apabila terjadi kelainan atau penyempitan disebut penyakit jantung koroner. Penyempitan pembuluh darah koroner bisa disebabkan penebalan dinding pembuluh darah ataupun penimbunan kolesterol yang diiringi pengapuran. Jika luas pembuluh darah koroner yang tersumbat cukup besar maka dapat

menimbulkan rasa nyeri pada dada dan badan menjadi lemah. Dampak yang terparah adalah tidak berfungsinya pembuluh darah koroner yang dapat menyebabkan kematian mendadak. [1][4]

Menurut data Badan Kesehatan Dunia (WHO) tercatat bahwa lebih dari 7 juta orang meninggal akibat PJK di seluruh dunia pada tahun 2002, angka ini diperkirakan meningkat hingga 11 juta orang pada tahun 2020 [2]. Di Indonesia, berdasarkan data survei dari Badan Kesehatan Nasional tahun 2001 menunjukkan tiga dari 1000 penduduk Indonesia menderita PJK, pada tahun 2007 terdapat sekitar 400 ribu penderita PJK dan pada saat ini penyakit jantung koroner menjadi pembunuh nomor satu di dalam negeri dengan tingkat kematian mencapai 26%. [2][3]



Gambar 1. Data statistik Badan Kesehatan Dunia (WHO)

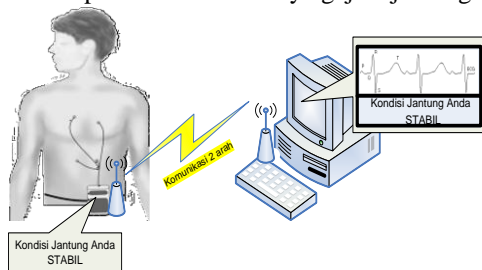
Melihat tingkat kematian pasien jantung koroner yang sangat tinggi dan dalam tempo yang relatif singkat membuat monitoring pasien sangat diperlukan setiap detik, hal ini yang membuat sistem monitoring bagi pasien penderita jantung koroner perlu dilakukan secara online dan dilengkapi dengan sistem peringatan dini untuk mengurangi tingkat kematian mendadak dan mampu memberikan terapi bagi pasien selama proses pemulihan kondisi kesehatan atau yang sering dikenal dengan proses rehabilitasi pasien.

Untuk membuat suatu prototipe berupa ECG saku yang dapat digunakan untuk mengetahui sinyal jantung yang terhubung ke sebuah *Personal Computer* (PC) menggunakan modul wireless XBee Pro sebagai sarana pengiriman data.

1.2 PERMASALAHAN

Dalam pembuatan perangkat keras ECG wireless ini mempunyai beberapa rumusan masalah diantaranya adalah sebagai berikut:

- ❖ Bagaimana merancang sebuah ECG yang mampu menghasilkan sinyal jantung dengan sedikit atau bahkan meredam pengaruh dari frekuensi jala-jala (low noise).
- ❖ Bagaimana membuat ADC pada mikrokontroler untuk mendapatkan waktu sampling yang rapat dan maksimum agar output sinyal sesuai dengan input sinyal jantung yang diberikan.
- ❖ Bagaimana merancang pengaturan komunikasi data menggunakan modul wireless.
- ❖ Bagaimana melakukan akuisisi data sinyal jantung dari ECG wireless ke sebuah PC.
- ❖ Bagaimana PC pasien mampu mengolah sinyal jantung yang dikirim agar dapat digunakan pada tahap mendeteksi adanya gejala jantung koroner.

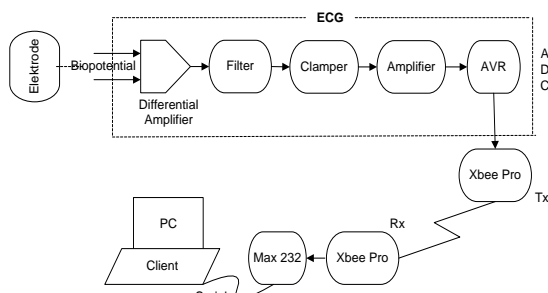


Gambar 2. Blok Diagram Sistem Monitoring Home Care Pasien

Pada pembuatan penelitian ini ada banyak hal yang terlibat di dalamnya, sehingga untuk mempersempit pokok bahasan telah ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

- ❖ ECG wireless (Tx) yang digunakan pasien harus berada pada ± 30 meter dari PC pasien (Rx) dengan asumsi bahwa jarak transmitter dan receiver dalam setiap rumah tersebut merupakan batas maksimum dari ruang lingkup rumah sesuai dengan jarak uji yang dilakukan agar data yang dikirim dapat diterima dengan baik oleh PC.
- ❖ Pasien harus dalam keadaan tenang dan tidak melakukan aktifitas yang berlebihan selama menggunakan ECG wireless ini agar sinyal jantung yang terekam dapat stabil.

BLOK DIAGRAM SISTEM



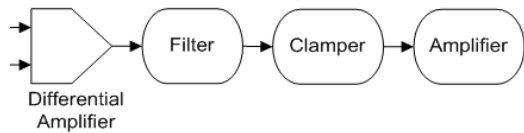
Gambar 3. Blok diagram sistem secara menyeluruh

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

▪ ECG

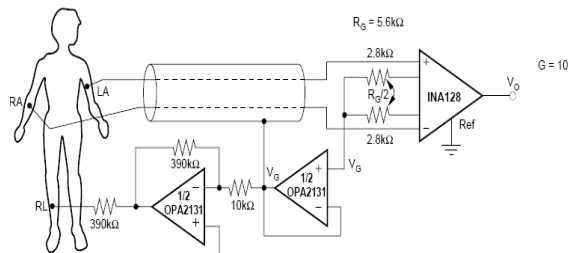
Pada penelitian ini, ECG wireless terdiri dari beberapa blok rangkaian penyusun seperti pada gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Blok diagram ECG

▪ Differential amplifier

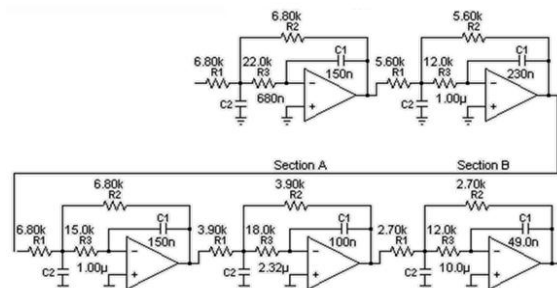
Perancangan rangkaian instrumentasi untuk ECG wireless ini menggunakan ic dengan tipe khusus untuk instrumentation amplifier yaitu INA 128 sedangkan untuk right-leg drive atau ground pada bipolar lead menggunakan OPA 2131. INA 128 mempunyai CMR yang tinggi pada gain lebih dari atau sama dengan 100x yaitu sebesar 120dB sehingga ic tipe ini sangat sesuai jika digunakan untuk rangkaian instrumentasi dari ECG.



Gambar 5. Perencanaan rangkaian instrumentasi[5,8,9]

▪ Filter

Perancangan rangkaian filter untuk ECG wireless ini menggunakan LPF 40Hz hal ini tidak sesuai dengan range frekuensi standar untuk ECG yaitu 0.01-100Hz. Hal ini dimaksudkan agar didapatkan sinyal jantung yang bersih dan terhindar dari frekuensi jala-jala. Dalam perancangan filter ini menggunakan software *filter pro v2.0*. [6]

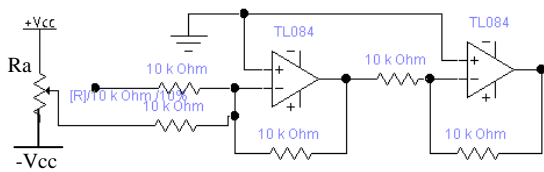


Gambar 6. Perancangan LPF 40Hz

▪ Clamper

Rangkaian clamper digunakan dalam ECG wireless ini untuk menaikkan posisi sinyal jantung berada pada level tegangan positif agar sinyal dapat terbaca oleh ADC pada mikrokontroler.

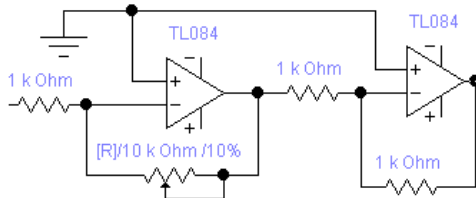
Berikut ini adalah perancangan rangkaian clamper yang digunakan pada perancangan ECG wireless.



Gambar 7. Perancangan rangkaian Clamper[6,8]

▪ Amplifier

Dalam proses uji pada oscilloscope dapat diketahui bahwa tegangan dari sinyal output dari blok rangkaian clamper yaitu sekitar 840mV maka dibutuhkan penguat agar dalam proses sampling ADC dapat maksimal, jadi output sinyal dari ECG harus berada pada range ADC yaitu 0-5 Volt. Berikut ini adalah gambar rangkaian penguat yang digunakan untuk menyempurnakan output ECG agar sesuai dengan level tegangan ADC.



Gambar 8. Perancangan rangkaian penguat[6,8,9]

▪ Mikrokontroler Atmega16

Penggunaan mikrokontroler pada perancangan ECG wireless ini digunakan untuk proses pengolahan sinyal dan menyiapkan data untuk dikirim oleh modul wireless. Berikut ini adalah konfigurasi yang dirancang dalam interfacing I/O:

▪ Port A

Port A pada sistem ini digunakan untuk ADC automatically scan input dari bit ke-0 sampai bit-7

▪ Port B

(Belum difungsikan)

▪ Port C

Port C pada sistem ini digunakan sebagai inisialisasi LCD

- Port C.0 untuk pin RS LCD(LCD pin4)
- Port C.1 untuk pin RD LCD(LCD pin5)
- Port C.2 untuk pin EN LCD(LCD pin6)
- Port C.3 free
- Port C.4 untuk pin DB4 LCD(LCD pin11)
- Port C.5 untuk pin DB5 LCD(LCD pin12)
- Port C.6 untuk pin DB6 LCD(LCD pin13)
- Port C.7 untuk pin DB7 LCD(LCD pin14)

▪ Port D

Port D digunakan untuk komunikasi ke modul wireless yaitu pada pin TxD(pin D.1) dan RxD(pin D.0)

▪ XbeePRO

Untuk komunikasi data antara ECG-Atmega16 dengan PC, dalam penelitian ini menggunakan 2 modul wireless Xbee pro. Modul pertama digunakan sebagai modul transmitter yang terhubung serial ke Atmega16 sedangkan untuk modul yang kedua digunakan sebagai receiver data yang terhubung pada RS232 ke PC pasien. Berikut ini adalah bentuk fisik dari modul wireless XbeePRO.



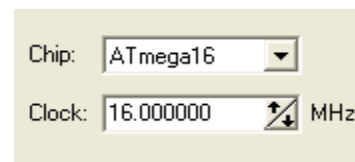
Gambar 9. Modul Wireless Xbee Pro (IEEE 802.15.4) [7,10]

Perancangan modul ini hanya memanfaatkan pin Dout(2), Din(3),Vcc(1) dan ground(10). Untuk receiver harus terhubung ke RS 232 untuk dapat terbaca oleh PC sedangkan untuk transmitter hanya menghubungkan pin TxD pada mikrokontroler ke pin 2 dan RxD ke pin 3.

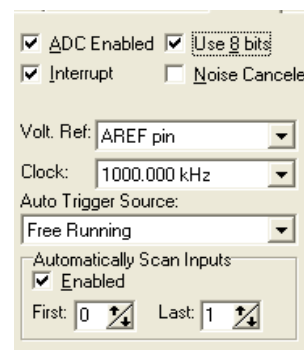
2.2 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

▪ CodeVisionAVR

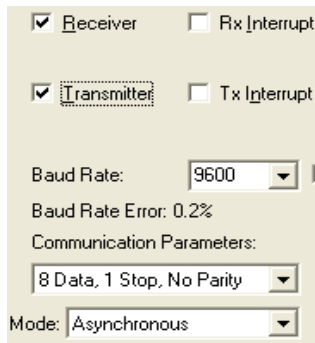
Merupakan compiler C untuk download program ke dalam mikrokontroler AVR. Pada tahap ini memanfaatkan komunikasi serial dan ADC yang ada pada Atmega16. Berikut ini adalah inisialisasi yang diperlukan dalam pengaturan dan penggunaan fitur dari AVR.



Gambar 10. Inisialisasi chip dan pemilihan clock



Gambar 11. Inisialisasi ADC



Gambar 12. Inisialisasi USART

3 PENGUJIAN DAN ANALISA

3.2 ECG

Sinyal jantung yang diharapkan menjadi output dari rangkaian ECG wireless telah terlihat pada gambar 13 dengan spesifikasi sinyal jantung sebagai berikut:

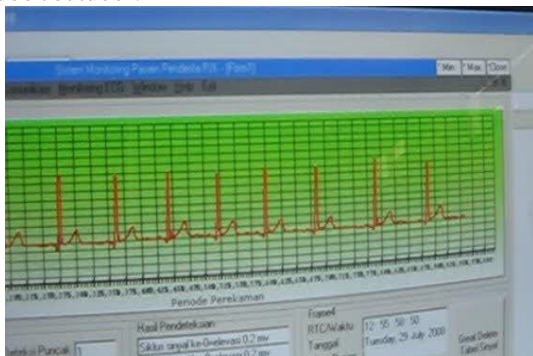
Frekuensi : 1-1.2 Hz
 Peak to peak : 3-3.5 Volt
 Max. : 4-4.5 Volt
 Min. : 1 Volt
 (volt/div: 2V, time/div: 500ms)



Gambar 13. Output sinyal jantung pada oscilloscope

3.3 PENGUJIAN SISTEM

Secara keseluruhan ECG wireless ini mampu menampilkan sinyal jantung pasien secara utuh dapat dikatakan sedikit adanya faktor data yang hilang atau informasi yang terbuang. Berikut ini gambar 14 adalah tampilan data sinyal jantung yang ter-record ke sebuah PC melalui pengujian dengan ECG wireless dengan jarak kurang lebih 10-30 meter dalam ruang atau indoor/outdoor.



Gambar 14. Komunikasi data sinyal terhubung ke PC

Tabel Data pengujian sistem

NO.	Nama	Jarak uji (m)	Ruang	Sinyal	Ket.
1	YUDHA SANGPUTRO (Laki-laki, 21th)	3	Bebas (tanpa halangan)		Tekirim
		20	Halangan		Tekirim
2	RATNA WULANDARI (Perempuan, 21th)	2	Bebas (tanpa halangan)		Tekirim
		10	Halangan		Tekirim
3	YOYOKTRİYONO (Laki-laki, 22th)	4	Bebas (tanpa halangan)		Tekirim
		30	Halangan		Tekirim

4 KESIMPULAN

- ❖ Sinyal jantung yang dihasilkan dari output rangkaian instrumentasi menggunakan INA 128 dengan Gain \cong 200, peak to peak sinyal jantung $\pm 910\text{mV}$ dengan low noise ($\pm 1\text{mV}$).
- ❖ Pada ECG wireless ini menggunakan filter yang tidak sesuai dengan standar frekuensi dari sinyal jantung manusia yaitu 0,05-100Hz tetapi output sinyal yang dihasilkan oleh rangkaian LPF 40Hz sudah sesuai dengan yang diharapkan penulis.
- ❖ Proses pengolahan sinyal pada Atmega16 dengan menggunakan ADC 10 bit, data sampling sinyal jantung dikirimkan pin TxD ke Xbee PRO untuk ditransmisikan direct ke receiver. Data sinyal jantung yang diterima receiver dihubungkan melalui serial menggunakan RS232 ke PC pasien.
- ❖ Dari hasil data pengujian didapatkan pada range 10-30 meter dalam kondisi indoor dengan halangan (dinding, lemari) sinyal jantung pasien dapat diterima PC dengan stabil dan persentase data sinyal jantung yang diterima PC pasien mengalami hilang atau lost relatif kecil yaitu 0.1% tiap menit.
- ❖ Untuk menghasilkan sinyal jantung yang stabil diperlukan grounding yang baik

terutama bagi user atau pasien yang menggunakan alat ini seperti misalnya menggunakan alas kaki agar tidak bersentuhan langsung dengan lantai atau bumi.

5 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Metropolis-Visite, Koran Harian Jawa Pos, Pembuluh Buntu Jantung Berhenti, Surabaya, 13 Desember 2007.
- [2] <http://suarapembaruan.com/> diakses pada 30 Januari 2008.
- [3] <http://beritabali.com/kesehatan/> diakses pada 30 Januari 2008.
- [4] Santoso M & Setiawan, Penyakit Jantung Koroner, Cermin Dunia Kedokteran No. 147: 5-9, Jakarta, 2005.
- [5] Joseph J.Carr & Jhon M. Brown, Introduction to Biomedical Equipment Technology, Prentice Hall, 1998.
- [6] Webster, John G, "Medical Instrumentation (Application and Design)", Houghton Mifflin Company, Boston, 1978.
http://ftp1.digi.com/support/documentation/manual_xb_oem-rf-modules_802.15.4_v1.xAx.pdf diakses pada 30 Januari 2008.
- [7] Safaric S., Malaric K., "ZigBee wireless standard", Multimedia Signal Processing and Communications, 48th International Symposium ELMAR-2006, Zadar, Croatia, June 2006, pp. 259-262
- [8] M. Rochmad, Rancang Bangun ECG dengan 12 macam pengukuran yang di interfacekan ke computer, PENS-ITS, 2001.
- [9] M. Rochmad, Rancang Bangun pengukuran Elektro Cardio Graf (ECG) dengan metoda Eindhoven dan interfacing ke computer, PENS ITS, 2000
- [10] Ze Zhao and Li Cui, "EasiMed: A remote health care solution", Proceeding of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai, China, September 2005, pp. 2145-2148.