

Alat Monitor Tekanan Darah Noninvasif Berbasis PC

Resma Setiadi¹, Achmad Rizal², M Ary Murti³

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Jl. Telekomunikasi no 1 Dayeuh Kolot, Bandung 40257

Telp/fax. 022-7565931/7565933

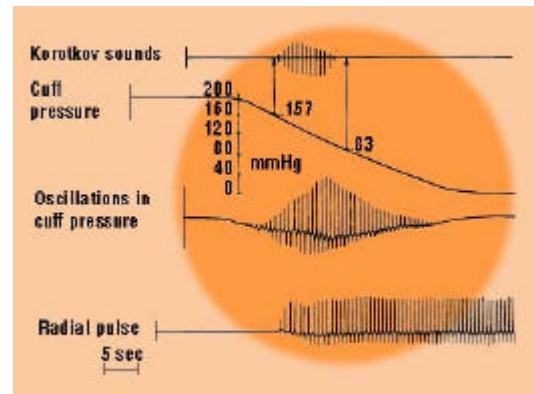
res_std@yahoo.com¹, arz@sttelkom.ac.id², mam@sttelkom.ac.id³

Abstract — Tekanan darah merupakan salah satu informasi penting dalam proses diagnosis penyakit oleh dokter. Berbagai teknik dilakukan orang untuk membuat perangkat pengukur tekanan darah. Metode yang pada pengukur tekanan darah non-invasif biasanya menggunakan metode korotkoff[1] atau metode *oscillometry*[2]. Kedua teknik ini biasanya menggunakan *cuff* yang dikembungkan membungkus pembuluh artery pada lengan. Kedua metode tersebut membutuhkan perangkat mekanis untuk memompa *cuff* dan biasanya sifat pengukurannya tidak *repeatable*, sehingga tidak bisa digunakan untuk monitoring tekanan darah secara kontinyu. Pada penelitian ini dirancang perangkat monitoring tekanan darah non-invasif berbasis PC dengan prinsip *plethysmografi*. Tekanan darah diukur secara tidak langsung dengan melihat denyut yang timbul pada jari telunjuk. Sebagai sensor digunakan sensor piezoelektrik yang mengubah tekanan yang disebabkan denyut di jari telunjuk menjadi sinyal elektrik. Perangkat yang dirancang mampu melakukan pengukuran secara kontinyu dan menampilkannya secara grafis.

I. PENDAHULUAN

Tekanan darah disebabkan karena adanya proses pemompaan darah oleh jantung. Menentukan tekanan dari suatu individu merupakan suatu standar pengukuran medis yang dapat membantu dokter untuk menganalisa integritas dari sistem peredaran darah. Pengukuran tekanan darah bisa dilakukan secara *invasive* dan *non-invasiive* [3]. Pada prosedur *invasive*, sebuah tabung dengan ujung terbuka (keteter) yang terhubung dengan transducer tekanan elektronik ditusukkan pada arteri. Metode yang digunakan untuk memasukkan catheter ada dua: *percutaneous puncture* dan *arterial cutown*. Untuk mengatasi penggumpalan darah dalam pengukuran langsung yang berlangsung dalam beberapa jam digunakan *constant flush infusion system* (CFIS). CFIS menggunakan tabung khusus yang dihubungkan dengan larutan intravenous dengan aliran tetap [3].

Pengukuran *non-invasive* biasa dilakukan menggunakan *sphygmomanometer*, sedangkan metode yang digunakan bisa metode *korotkoff* atau *oscillometry*[4]. Pada metode *korotkoff*, *sphygmomanometer* digunakan pada lengan atas bersama-sama dengan dengan menggunakan stetoskop untuk mendengarkan kapan terjadinya suara *korotkoff*. Nilai tekanan darah akan sama dengan tekanan yang ditunjukkan oleh *sphygmomanometer* saat suara *korotkoff* yang didengarkan dengan stetoskop menghilang. Suara *korotkoff* ini terjadi karena adanya turbulensi aliran darah saat tekanan *cuff* pada *sphygmomanometer* mulai menurun.



Gambar 1. Metode *korotkoff* dan *Oscillometry*[2]

Metode *Oscillometry* sering digunakan pada *sphygmomanometer* elektronik. Ketika tekanan darah dari tekanan sistolik dinding arteri mulai terdistribusi. Vibrasi ini berkaitan dengan aliran darah pada titik ini mengalami turbulensi. Puncak amplitudo dari osilasi ini akibat dari vibrasi dinding arteri terjadi pada *mean arterial pressure* (MAP). Perangkat yang digunakan biasanya berbasis mikrokontroler. Kedua metode tidak dapat dilakukan secara kontinyu, hal ini dikarenakan penggunaan *cuff* membuat aliran darah harus di normalisasi beberapa saat sebelum pengukuran diulangi.

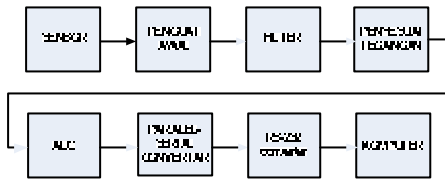
Pada penelitian ini metode pengukuran darah secara tidak langsung. Metode yang digunakan meniru teknik *plethysmografi*[5] atau pengukuran laju aliran darah berdasarkan perubahan volume pada jaringan tubuh. Pengukuran pada *plethysmografi* dilakukan pada ujung jari telunjuk dengan menggunakan fotosel dan LED sebagai sensor. Metode ini menghasilkan suatu bentuk gelombang yang menyerupai gelombang tekanan arterial. Asumsi yang digunakan pada perancangan perangkat ini adalah gelombang bentuk gelombang yang dihasilkan dari denyut pembuluh darah di ujung jari bersesuaian dengan tekanan sistolik dan diastolik dari jantung. Sebagai sensor tekanan digunakan sensor piezoelektrik.



Gambar 2. *Plethysmografi* pada jari [6]

II. PERANCANGAN PERANGKAT

Berikut diagram blok perancangan perangkat monitoring tekanan darah non-invasi berbasis PC.



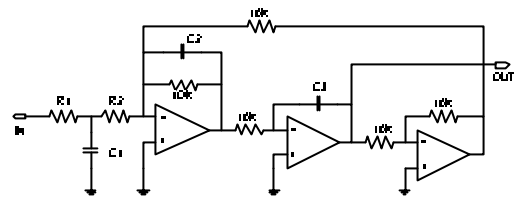
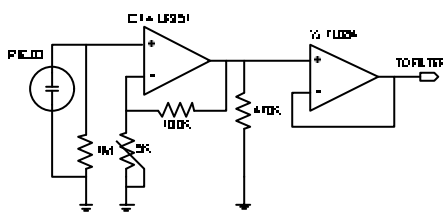
gambar 3. Blok lengkap Alat Monitor Tekanan Darah berbasis PC

Cara kerja:

- Perubahan tekanan darah dideteksi oleh sensor piezoelektrik dan diubah menjadi sinyal elektrik
- Penguat awal menguatkan sinyal listrik dari piezoelektrik yang masih lemah
- Sinyal keluaran dari penguat difilter LPF 50Hz
- Hasil keluaran dari filter disesuaikan level tegangannya dengan range tegangan input ADC sebelum didigitalkan
- Data paralel keluaran dari ADC diubah menjadi data serial oleh mikrokontroller
- Sebelum dikirim ke komputer level tegangan TTL dirubah lebih dulu menjadi level tegangan dengan format RS-232 oleh RS-232 converter
- Data Serial dikirim ke komputer untuk diproses dan hasilnya ditampilkan di layar monitor

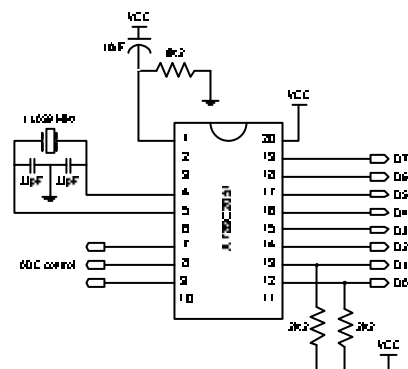
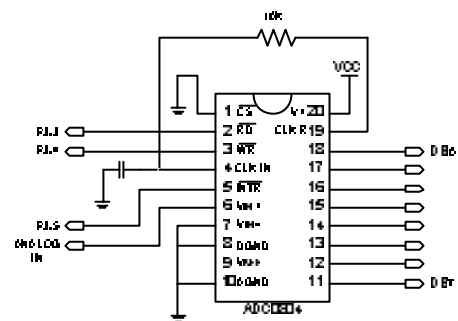
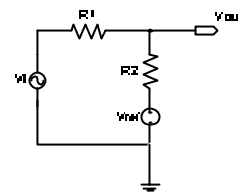
2.1 SENSOR DAN PENGUAT AWAL

Blok rangkaian ini menggunakan sensor piezoelektrik dan IC LF351 yang disusun dengan konfigurasi non inverting dengan penguatan minimal sekitar 20 kali ($A = 1 + 100K/5K$). Bagian OpAmp kedua merupakan $\frac{1}{4}$ bagian dari IC TL084 yang berisi 4 OpAmp, disusun dengan konfigurasi non-inverting dengan penguatan 1 sebagai buffer impedansi



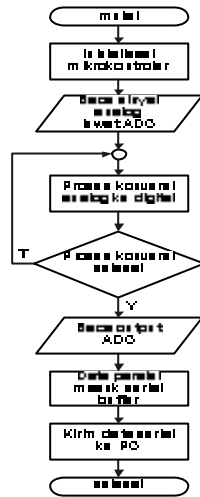
$$V_{out} = \frac{(V_1 \times R_2) + (V_{in} \times R_1)}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} = \frac{(V_1 + 5)}{2}$$



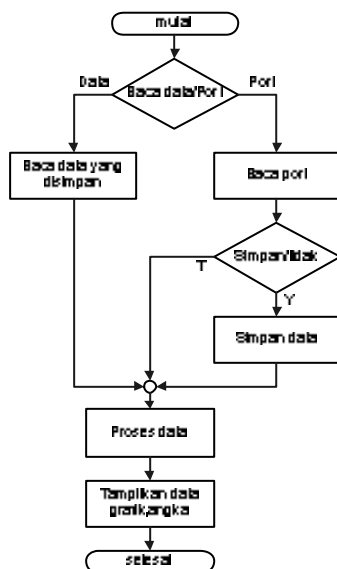
2.4 PERANGKAT LUNAK ALAT MONITORING TEKANAN DARAH NON-INVASIVE

Secara umum perangkat lunak yang dibuat pada alat ini dapat dibagi menjadi 2 bagian, perangkat lunak di mikrokontroler AT89C2051[7] dan perangkat lunak di PC menggunakan Borland Delphi[8]. Perangkat lunak di mikrokontroler AT89C2051 digunakan untuk mengatur proses digitalisasi di ADC dan mengubah data paralel keluaran ADC menjadi bentuk serial sebagai masukan ke serial port PC.



Gambar 10. Flowchart konversi data paralel ke serial oleh AT89C2051

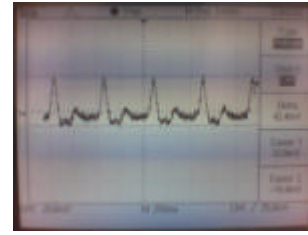
Untuk perangkat lunak pada PC dirancang agar dapat menampilkan data pengukuran secara grafis, dapat menyimpan data hasil, menampilkan kembali dan dapat dilakukan pengukuran pada tampilan data. Secara umum perangkat lunak pada PC dapat dijelaskan dengan gambar dibawah ini.



Gambar 11. Flowchart aplikasi secara umum

III. HASIL DAN DISKUSI

Keluaran sensor piezoelektrik menghasilkan sinyal yang dihasilkan oleh denyut jantung yang dirasakan pada ujung jari telunjuk tegangan puncak ke puncak dari sinyal keluaran piezo sebesar 42,4mV.

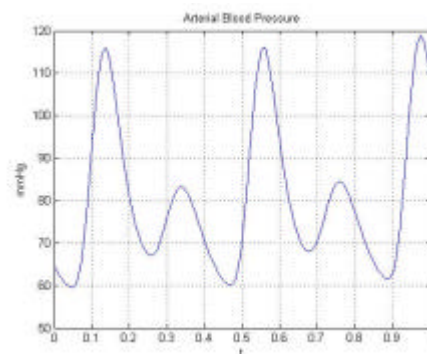


Gambar 12. Tampilan osiloskop sinyal keluaran piezoelektrik

Puncak gelombang pada hasil pengukuran terjadi saat tekanan pada denyut pembuluh darah di ujung telunjuk mencapai maksimum, ini berkaitan dengan tekanan sistol. Sedangkan nilai terendah dari sinyal terjadi saat tekanan minimum atau berkaitan dengan tekanan diastole. Selanjutnya sinyal keluaran sensor dilewatkan penguat awal dan LPF aktif dengan penguatan LPF sebesar 4,594 kali dan frekuensi cut-off filter sebesar 59,47Hz

Keluaran dari konverter RS232 yang dirancang menghasilkan tegangan maksimum 10,8V dan tegangan minimum sebesar -8,2V dengan lebar 1 bit data sebesar 140µs atau 9615KHz. Angka ini menunjukkan baudrate dari data serial yang digunakan sebesar 9615bps (dalam perancangan 9600bps).

Hasil pengukuran tekanan darah secara kontinyu seharusnya menghasilkan gelombang seperti pada gambar 13, dimana puncak gelombang merupakan tekanan sistole dan puncak kedua merupakan tekanan diastole. Sedangkan hasil pengukuran pada PC dan tampilan aplikasi dapat dilihat pada gambar 14. Perbedaan terjadi pada bagian ripple yang cukup banyak pada hasil pengukuran langsung, hal ini terjadi karena sensor piezoelektrik yang terlalu peka dan noise dari perangkat.



Gambar 13. Gelombang hasil pengukuran tekanan darah arteri secara kontinyu [9].



Gambar 14. Tampilan aplikasi yang dibuat

Pada aplikasi yang dirancang diberikan fasilitas untuk mengukur nilai-nilai pada grafik. Jarak antara puncak ke puncak merupakan periode detak jantung dapat diukur menggunakan fasilitas kursor vertikal. Saat dilakukan kalibrasi menggunakan *sphygmomanometer*, hasil yang didapat ternyata berubah-ubah untuk tiap kondisi. Perubahan pelekatan sensor pada jari dapat mengubah-ubah amplitudo sinyal yang terukur. Selain itu setiap gerakan yang dilakukan selama proses pengukuran juga membuat sinyal yang didapat tidak stabil. Hal ini membuat kalibrasi tidak dapat dilakukan pada perangkat yang dibuat. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dirancang konstruksi sensor yang lebih baik, sehingga sinyal yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh hal-hal di atas. Selain itu perlu dirancang filter yang lebih baik lagi agar noise yang terjadi dapat dikurangi.

IV. KESIMPULAN

Telah direalisasikan perangkat monitoring tekanan darah non-invasive berbasis PC menggunakan sensor piezoelektrik. Kelebihan dari alat yang dibuat adalah pengukuran dapat dilakukan secara kontinyu dan *repeatable* sehingga dapat digunakan untuk keperluan *ambulatory*. Selain itu hasil pengukurannya dapat diperlihatkan secara grafis untuk memantau kondisi pasien setiap saat. Perangkat yang dibuat telah dapat menampilkan tekanan darah secara grafis, tetapi belum dapat dikalibrasi karena kendala konstruksi sensor. Perlu adanya perbaikan lebih lanjut sehingga perubahan atau gerakan pada jari atau ukuran atau tekanan jari pada sensor sebagai lokasi pengambilan data tidak menyebabkan perubahan data. Masih terbuka kemungkinan menambah feature lain dari perangkat ini atau mengintegrasikannya dengan perangkat lain yang berbasis PC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.answers.com/topic/sphygmomanometer?hl=korotkoff&hl=sounds>
- [2] <http://colin-europe.com/pages/oscillometry.html>
- [3] Carr, Joseph . and Brown, John M , "Introduction to Biomedical Equipment Technology " Prentice Hall, 2001

- [4] http://www.answers.com/main/ntquery?method=4&dsid=2222&dekey=Blood+pressure&curtab=2222_1&linktext=blood%20pressure
- [5] Kandphur, R S, " Handbook of Biomedical Instrumentation", Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1997
- [6] <http://www.medis-de.com/en/ppg.html>
- [7] Eko Putra, Afgianto, "Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi", Gava Media, Yogyakarta, 2002
- [8] Prasetya, Retna & Edi Widodo, Catur. "Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0", Andi, Yogyakarta, 2002
- [9] Rizal, Achmad. " Simulator Pengolahan Sinyal Biomedika ", Lab Teknik Biomedika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, 2006.