

PERANCANGAN ALAT UKUR VOLUME UDARA PERNAPASAN MANUSIA

PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI



Disusun oleh:

ATIKA IQLIMAH

NIM. 0710630082-63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2013**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

FAKULTAS TEKNIK

Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia

Telp. : +62-341-587710, 587711; Fax : +62-341-551430

<http://teknik.ub.ac.id>

E-mail : teknik@ub.ac.id

**LEMBAR PENGESAHAN
PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI**

Disusun oleh:

ATIKA IQLIMAH

NIM. 0710630082-63

**PERANCANGAN ALAT UKUR VOLUME UDARA
PERNAPASAN MANUSIA**

Telah direview oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. M. Julius St., MS.

NIP. 19540720 198203 1 002

Ir. Nurussa'adah, MT.

NIP. 19680706 199203 2 001

PERANCANGAN ALAT UKUR VOLUME UDARA PERNAPASAN MANUSIA

Atika Iqlimah

Kesehatan adalah salah satu bagian terpenting dalam hidup. Untuk mengetahui tingkat kesehatan seseorang dapat dilihat dari beberapa aspek, salah satunya adalah dari kinerja alat pernapasan.

Alat ini dirancang menggunakan sensor tekanan yang akan menghitung volume aliran udara yang melalui sebuah corong (mouthpiece). Sistem ini terdiri atas sensor tekanan, penguat non-inverting, mikrokontroler ATmega8, dan komputer sebagai media penampil hasil pengukuran. Pasien menghembuskan napas melalui mouthpiece yang telah tersambung dengan sensor tekanan. Hasil pengukuran sensor tekanan dikuatkan oleh penguat operasional non-inverting. Kemudian sinyal analog yang sudah dikuatkan tersebut diproses oleh ADC internal pada mikrokontroler. Selanjutnya, dengan menggunakan antarmuka serial, hasil pengukuran volume udara pernapasan pasien ditampilkan pada layar monitor.

Hasil dari pengujian ini berupa volume udara pernapasan yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka. Nilai kesalahan (error) pengujian tertinggi adalah 18,24%. Sedangkan nilai kesalahan rata-rata pengujian keseluruhan alat adalah 7,3%.

Kata kunci: *pernapasan, spirometri, sensor tekanan, udara, volume*

I. PENDAHULUAN

Kesehatan adalah salah satu bagian terpenting dalam hidup. Banyak orang menginginkan agar tubuhnya sehat. Untuk mengetahui tingkat kesehatan seseorang dapat dilihat dari beberapa aspek, salah satunya adalah dari kinerja alat pernapasan. Bernapas dapat diartikan sebagai proses menghirup oksigen (O_2) dari udara serta mengeluarkan karbondioksida (CO_2) dan uap air sebagai sisa oksidasi zat makanan.

Di dunia medis, teknologi berperan besar dalam mendiagnosa kesehatan pasien. Tingkat kesehatan paru-paru manusia dapat diketahui dengan melakukan pengukuran volume udara pernapasan. Alat yang diperlukan untuk mengukur kapasitas udara pada paru-paru dikenal dengan spirometer. Pengujian paru-paru dengan menggunakan spirometer belum dikenal secara luas oleh masyarakat. Peralatan medis ini tergolong cukup mahal, sehingga fasilitas ini hanya bisa dijumpai di rumah sakit-rumah sakit besar. Selain itu, kurangnya kesadaran untuk melakukan pengujian paru-paru membuat masyarakat tidak menyadari bahwa kesehatan tubuhnya dapat terancam.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dibuat suatu instrumentasi kesehatan yang mempunyai fungsi sama dengan spirometer. Sehingga diharapkan dapat memperluas pengetahuan masyarakat mengenai pentingnya pengujian paru dan mempermudah masyarakat untuk mengakses fasilitas kesehatan ini.

Cara yang digunakan dalam sistem ini adalah dengan mengukur volume udara pernapasan yang dihembuskan pasien (ekspirasi). Hasil proses tersebut ditampilkan dan bentuk grafik dan nilai volume udara pernapasan pasien.

II. METODOLOGI

Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, maka diperlukan metode untuk menyelesaikan masalah tersebut. Metode yang digunakan dapat diuraikan sebagai berikut :

- 1) Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang sistem yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Teori yang diperlukan berkaitan dengan pernapasan manusia, spirometri, sensor tekanan, penguat operasional tak membalik, sistem mikrokontroler ATmega8, komunikasi serial, tampilan data pada komputer dengan *software* Borland Delphi7, efek Venturi, dan integral numerik metode Simpson 1/3.
- 2) Perancangan Alat
Perancangan alat meliputi penentuan spesifikasi alat, pembuatan diagram blok sistem keseluruhan, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak.
- 3) Pembuatan Alat
Pembuatan alat meliputi pembuatan perangkat keras sistem dengan menggunakan komponen elektronika yang telah direncanakan dan pembuatan perangkat lunak mikrokontroler sesuai dengan diagram alir yang telah direncanakan.
- 4) Pengujian Alat
Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui kesesuaian kinerja alat hasil perancangan dengan spesifikasi yang direncanakan. Pengujian yang diliti pengujian perangkat keras dan pengujian sistem secara keseluruhan.
- 5) Pengambilan Kesimpulan dan Saran.
Kesimpulan didapat berdasarkan hasil perealisasi alat yang dibuat. Beberapa hal hasil pengujian disampaikan dalam kesimpulan disertai realita yang disusun secara berurutan.

Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi, kemungkinan pengembangan, serta penyempurnaan pembuatan alat dimasa mendatang.

III. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

Bagian ini menjelaskan tentang perencanaan sistem dari alat yang akan dibuat, meliputi: spesifikasi alat, diagram blok alat secara keseluruhan, serta perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak. Perencanaan alat dibuat secara berurutan dan sistematis agar mudah dalam pemahaman dan pengerjaan alat ini.

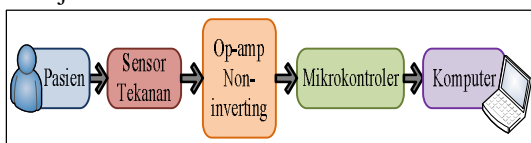
1) Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- a. Sistem menggunakan catu daya baterai 9 volt.
- b. Sensor tekanan yang digunakan adalah MPX5100.
- c. Penguat operasional tak membalik digunakan sebagai rangkaian pengondisi sinyal.
- d. Menggunakan mikrokontroler ATmega8 sebagai pengolah data dan pengontrol seluruh kinerja sistem.
- e. Menggunakan komunikasi data serial RS232 yang menghubungkan mikrokontroler dan komputer sebagai media penampil data.
- f. Proses penghembusan napas pada *mouthpiece* dikukan secara cepat.
- g. Tampilan pada layar komputer berupa grafik serta hasil pengukuran volume udara pernapasan manusia.

2) Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Alat Ukur Volume Udara Pernapasan Manusia

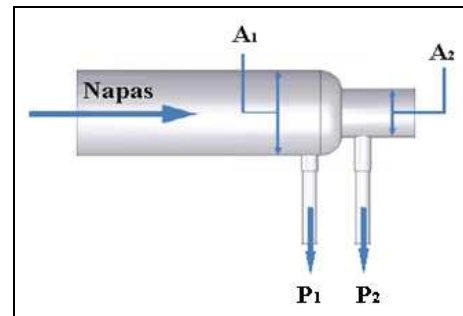
Cara kerja sistem ini adalah dengan menghembuskan napas melalui *mouthpiece* yang telah tersambung dengan sensor tekanan. Selanjutnya, keluaran sensor dikuatkan dengan menggunakan op-amp *non-inverting* lalu dihubungkan ke pin ADC mikrokontroler. Di dalam mikrokontroler data keluaran penguat yang berupa tegangan dikonversi menjadi *volumetric flow rate* (Q), kemudian dengan menggunakan komunikasi data serial, nilai *volumetric flow rate* (Q) ditampilkan dalam bentuk grafik pada monitor. Selanjutnya nilai Q diubah menjadi volume (V) dengan metode integral numerik dan nilai hasil pengukuran ditampilkan pada monitor dalam bentuk angka.

3) Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini adalah perangkat keras yang mendukung proses keseluruhan. Perangkat keras yang yang dibutuhkan adalah *mouthpiece*, sensor tekanan, penguat operasional *non-inverting*, mikrokontroler ATmega8, serta antarmuka serial.

a. Perancangan *Mouthpiece*

Mouthpiece yang digunakan berbentuk seperti pipa Venturi. Gambar *mouthpiece* yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 2.

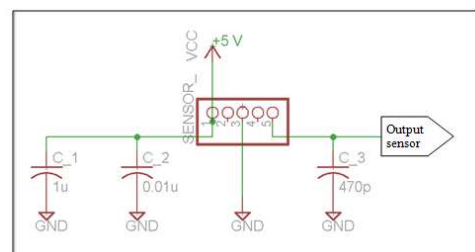


Gambar 2 *Mouthpiece*

Dalam perancangan ini, aliran udara pernapasan (*flow*) yang melalui *mouthpiece* adalah sebesar 0 – 740 L/menit atau sama dengan 0 – 12,33 L/detik.

b. Perancangan Rangkaian Sensor

Sensor yang digunakan dalam skripsi ini adalah sensor tekanan MPX5100. MPX5100 adalah sensor tekanan berbasis MEMS silicon piezo-resistor yang terintegrasi dengan *chip* pengondisi sinyal. Sensor tekanan kemudian dipasang pada sebuah pipa Venturi. Untuk *interfacing* output sensor ke analog/digital input mikrokontroler digunakan *power supply decoupling and filtering* sesuai *datasheet* sensor. Gambar rangkaian sensor ditunjukkan dalam Gambar 3.



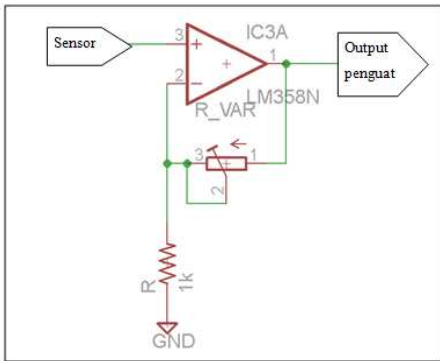
Gambar 3 Rangkaian Sensor

Jika nilai Q sebesar 0 – 12,33 L/detik, maka *range* tekanan yang diukur adalah sebesar 0 – 0,41975 kPa. Sehingga sesuai *datasheet* MPX5100, tegangan keluaran sensor adalah sebesar 0,2 – 0,2189 volt.

c. Perancangan Rangkaian Penguat *Non-inverting*

Penguat *non-inverting* digunakan untuk memperkuat sinyal keluaran sensor.

Rangkaian penguat *non-inverting* yang digunakan ditunjukkan dalam Gambar 4.

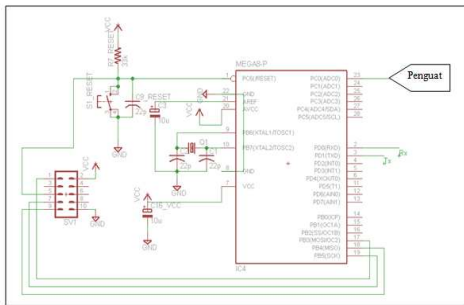


Gambar 4 Rangkaian Penguat *Non-inverting*

Untuk mendapatkan tegangan keluaran sebesar 5 volt dari sinyal masukan sebesar 0,2 – 0,2189 volt, maka penguatan maksimum yang dibutuhkan adalah sebesar 22 kali. Sehingga tegangan keluaran yang dihasilkan oleh penguat *non-inverting* adalah sebesar 4,4 – 4,82 volt.

d. Perancangan Rangkaian ADC Mikrokontroler

Rancangan penggunaan pin pada rangkaian mikrokontroler ATmega8 ditunjukkan dalam Gambar 5.

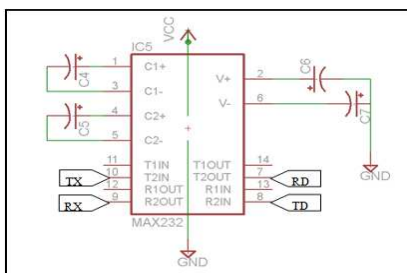


Gambar 5 Rangkaian Minimum Sistem ATmega8

Data ADC yang digunakan dalam perancangan ini bernilai 224 – 245.

e. Perancangan Rangkaian Antarmuka Serial

Perancangan rangkaian RS232 menggunakan rangkaian max232 yang terdiri atas IC max232 dan 4 buah kapasitor untuk mengkonversi level tegangan RS232 ke level tegangan TTL/CMOS. Rangkaian RS232 yang terdiri atas IC max232 dan 4 buah kapasitor ditunjukkan dalam Gambar 6.



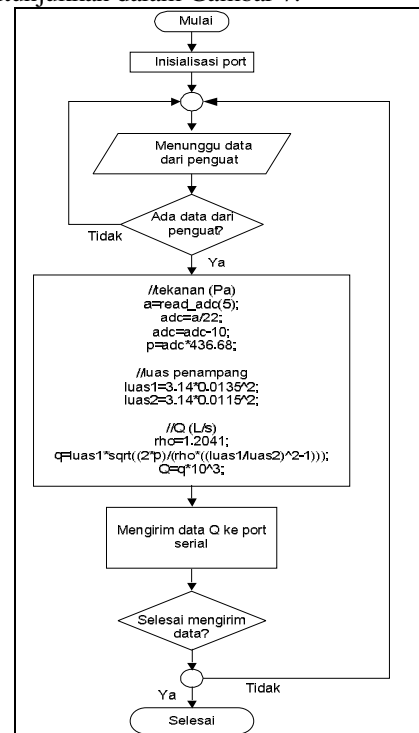
Gambar 6 Rangkaian RS232

4) Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk mengendalikan perangkat keras dibutuhkan perangkat lunak. Perancangan perangkat lunak dalam sistem ini terdiri atas perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler dan perangkat lunak pada komputer. Perangkat lunak yang akan dirancang diharapkan dapat mengoperasikan sistem secara optimal.

a. Perancangan Program Mikrokontroler

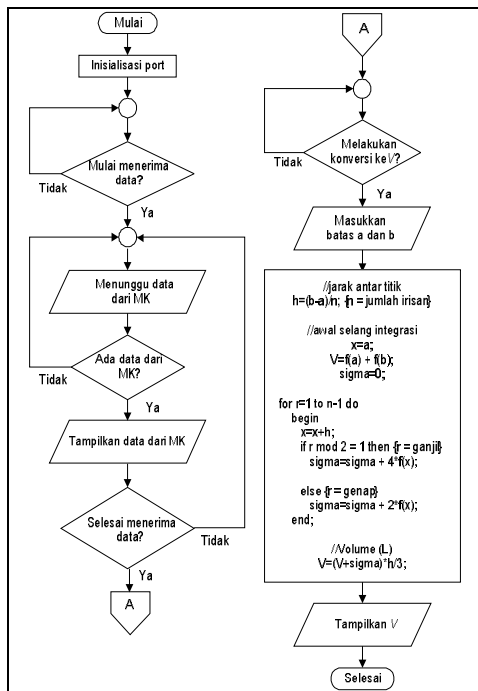
Perancangan program mikrokontroler berfungsi untuk menerima data dari penguat *non-inverting*, mengkonversi menjadi *volumetric flow rate (Q)*, dan mengirimkan data untuk ditampilkan pada komputer. Diagram alir program mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 7.



Gambar 7 Diagram Alir Program Mikrokontroler

b. Perancangan Program Komputer

Komputer berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran *volumetric flow rate (Q)* dalam bentuk grafik dan mengkonversi nilai *Q* menjadi volume (*V*) dengan menggunakan integral numerik. Diagram alir program komputer ditunjukkan dalam Gambar 8.



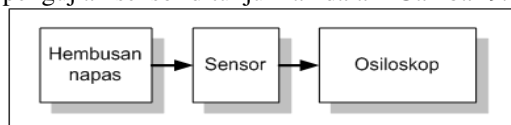
Gambar 8 Diagram Alir Program Komputer

IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas pengujian dan analisis alat yang telah dirancang dan direalisasikan. Pengujian dilakukan pada setiap blok dengan tujuan untuk mengamati apakah setiap blok rangkaian sudah sesuai dengan perancangan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan sistem.

1) Pengujian sensor.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk keluaran sensor. Prosedur pengujian dilakukan dengan cara bernapas melalui *mouthpiece* yang telah tersambung dengan sensor kemudian menghubungkan keluaran sensor dengan osiloskop. Diagram blok pengujian sensor ditunjukkan dalam Gambar 9.



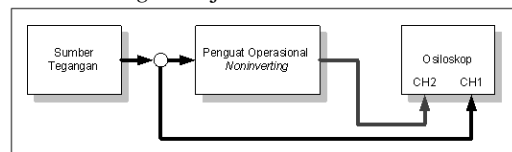
Gambar 9 Diagram Blok Pengujian Sensor

Dari hasil pengujian, didapatkan nilai tegangan keluaran sensor bernilai antara 0,2 – 0,28 volt.

2) Pengujian penguat operasional *non-inverting*.

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis besarnya penguatan yang dihasilkan oleh penguat operasional *non-inverting*. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan sebesar 0,2 V pada bagian masukan penguat dan menghubungkannya dengan *channel 1* osiloskop. Pada bagian keluaran penguat dihubungkan dengan *channel 2* osiloskop untuk mendapatkan besarnya tegangan keluaran.

Diagram blok pengujian penguat operasional *non-inverting* ditunjukkan dalam Gambar 10.

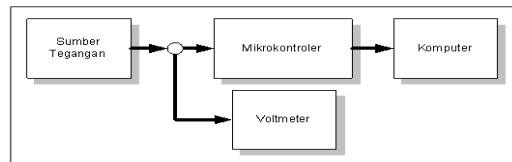


Gambar 10 Diagram Blok Pengujian Penguat Operasional *Non-inverting*

Dari hasil pengujian didapatkan nilai penguatan sebesar 16,45 kali.

3) Pengujian ADC mikrokontroler.

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis tingkat akurasi pembacaan data ADC oleh mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan memberikan beberapa nilai tegangan pada pin ADC0 mikrokontroler yang sudah diprogram sebelumnya kemudian hasil pembacaan data ADC ditampilkan pada komputer dengan menggunakan program CodeVision AVR. Diagram blok pengujian ADC mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 11.



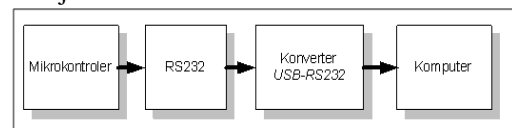
Gambar 11 Diagram Blok Pengujian ADC Mikrokontroler

Kesalahan rata-rata hasil pengujian ADC adalah sebesar 1,29%.

4) Pengujian antarmuka serial.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan mikrokontroler dalam mengirim data ke komputer menggunakan komunikasi data serial RS232. Pengujian ini dilakukan dengan bantuan *software CV AVR*.

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan program mikrokontroler untuk menampilkan data. Setelah itu mengamati data yang ditampilkan pada *software hyperterminal*. Diagram blok pengujian rangkaian serial ditunjukkan dalam Gambar 12.



Gambar 12 Diagram Blok Pengujian Antarmuka Serial

5) Pengujian sistem secara keseluruhan.

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menggabungkan keseluruhan blok sistem. Pengujian dilakukan untuk menganalisis tingkat ketepatan perhitungan volume. Pengujian dilakukan dengan memberikan masukan tertentu, dengan menggunakan *syringe* ukuran 500 mL, kemudian membandingkan hasilnya dengan hasil pengukuran pada layar komputer. Hasil pengukuran sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian ke-	Syringe (L)	Pembacaan Alat (L)	Error (%)
1	0,5	0,4223	15,54
2	0,5	0,5912	18,24
3	0,5	0,5068	1,36
4	0,5	0,4223	15,54
5	0,5	0,5068	1,36
6	0,5	0,5068	1,36
7	0,5	0,5068	1,36
8	0,5	0,4223	15,54
9	0,5	0,5068	1,36
10	0,5	0,5068	1,36
Rata - Rata Error (%)			7,302

V. PENUTUP

1) Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Rangkaian pengondisi sinyal yang diperlukan untuk sinyal keluaran sensor sebesar 0,2 - 0,28 volt adalah rangkaian penguat operasional non-inverting dengan penguatan sebesar 16,45 kali.
- Pengukur volume udara yang dirancang terdiri dari unit pengolah data dan unit penampil data. Unit pengolah data menerima data dari sensor dan rangkaian pengondisi sinyal kemudian hasilnya dikirimkan ke unit penampil data yang berfungsi menerima dan menampilkan data.
- Mikrokontroler sebagai pengolah data berfungsi mengkonversi sinyal analog dari rangkaian pengondisi sinyal menjadi data digital, menghitung tekanan (Pa), menghitung *volumetric flow rate* (L/s), dan mengirimkan data ke unit penampil data. Komputer sebagai unit penampil data berfungsi menampilkan nilai *volumetric flow rate* dalam bentuk tabel dan grafik, melakukan operasi integral numerik untuk mendapatkan nilai volume, dan menampilkan hasil akhir pengukuran volume.

2) Saran

Saran-saran dalam pengimplementasian maupun peningkatan unjuk kerja sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- Diperlukan sensor yang lebih baik sehingga pengukuran volume paru-paru menjadi lebih akurat.
- Perlu dilakukan banyak penelitian agar sistem dapat dikembangkan sebagai alat untuk mengidentifikasi penyakit paru-paru.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Ikhsan. 2009. *Perancangan Alat Ukur Volume Udara Paru-Paru Manusia*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Anonim. 2008. *Komunikasi Serial RS232*. www.itelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=Amikroprocessorkontroller&id=288%3Akomunikaserialrs232&option=com_content&Itemid=15. Diakses tanggal 30 Januari 2012.
- Anonim. 2010. *Respiration*. <http://csm.jmu.edu/biology/danie2jc/respiration.html>. Diakses tanggal 21 Januari 2012.
- Anonim. 2012. *Modul Pemrograman dan Komputasi Numerik dengan Delphi*. www.infometrik.com/teori/komputasi/integral_numerik.pdf. Diakses tanggal 26 Agustus 2012.
- Atmel. 2010. *8-bit with 8K Bytes in-System Programmable Flash, ATmega 8*. San Jose: Atmel Corporation.
- Barald, Carol . 2005. *The Lungs (Human Anatomy): Picture, Function, Definition, Conditions, Diseases*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Cantu, Marco. 2004. *Mastering Delphi 7*. Mexico City: Sybex.
- Carr, J. J. 1993. *Sensor And Circuits: Sensor, Transducer, and Supporting Circuits*. New Jersey: PTR Prentice Hall.
- Coughlin, Robert F. dan Frederick F. Driscoll. 1982. *Operational Amplifier and Linear Integrated Circuit*. Wentworth: Prentice Hall Inc.
- Davis, Philip J. dan Philip Rabinowitz. 2005. *Methods of Numerical Integration*. Waltham: Academic Press.
- Inc, Freescale Semiconductor. 2004. *Integrated Silicon Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated*. www.datasheetcatalogue.com. Diakses tanggal 28 Maret 2012.
- Laros-edu. 2007. *Komunikasi Serial Mikrokontroler dengan PC(Komputer)*. www.ibnubudir.files.wordpress.com/2008/08/komunikasi-serial-mikrokontroler-dengan-pc.pdf. Diakses pada tanggal 26 Maret 2012.
- Linstone, Harold A. dan Murray Turoff. 2002. *The Delphi Method Techniques and Applications*. Boston: Addison-Wesley Pub. Co.
- Malvino, 1992. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Maxim. 2003. *±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers*. www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/73074/MAXIM/MAX232.html. Diakses pada tanggal 28 Maret 2012.
- National Instruments. ---. *How To Measure Pressure with Pressure Sensors*.

<http://www.ni.com/white-paper/3639/en>.

Diakses tanggal 27 Desember 2012.

- Ramachandran, N.C.S. dan Vivek Agarwal. 2008. *Design and Development of A Low-Cost Spirometer With An Embedded Web Server*. New York: Inderscience Enterprises, Ltd.
- Simon, Seymour. 2007. *Lungs: Your Respiratory System*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Thurlbeck, William M. dan Murray R. Abell. 2008. *The Lung: Structure, Function, and Disease*. San Francisco: Mc. Graw Hill Book Company.
- Wilson, Jon S. 2008. *Sensor Technology Handbook*. New York: Newnes.
- Winoto, Ardi. 2010. *Mikrokontroler AVR ATmega 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika Press.