

RANCANG BANGUN ALAT UKUR LAJU PERNAPASAN MANUSIA BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535

Wendi Era Sonata, Wildian

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

e-mail:sonatafisika@yahoo.co.id

ABSTRAK

Telah dilakukan rancang-bangun sebuah alat ukur laju pernapasan manusia berbasis mikrokontroler ATmega8535 dan sensor temperatur LM35. Konsep dasar sistem ini adalah mencacah jumlah napas per menit berdasarkan temperatur udara yang keluar melalui lubang hidung. Temperatur tersebut diubah menjadi sinyal tegangan analog oleh ADC yang tersedia di dalam ATmega8535. Oleh karena nilai temperatur udara yang keluar dan yang masuk dapat terbedakan, maka jumlah napas dapat dicacah dengan menggunakan program yang ditulis dan ditanam ke dalam mikrokontroler. Sebuah LCD 2x16 karakter digunakan untuk menampilkan nilai laju respirasi dan jenisnya. Hasil karakterisasi sensor memperlihatkan bahwa sensor yang digunakan memiliki sensitivitas sebesar $9,6 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Uji akhir memperlihatkan alat memiliki akurasi sebesar 96,5%. Penampilan jenis laju pernapasan diprogram hanya untuk orang dewasa.

Kata kunci: laju pernapasan, sensor temperatur, ATmega8535, sensitivitas, akurasi.

ABSTRACT

A measuring instrument of human respiratory rate based on microcontroller ATmega8535 and temperature sensor LM35 has been designed. The basic concept of this system is to count the number of breaths per minute according to the air temperature exhaled through nostril. The temperature is converted into analog voltage by the temperature sensor. The voltage is then converted into digital signal by analog-to-digital converter (ADC) which is available in ATmega8535. Because of the air temperature inhaled and exhaled is distinguishable, the number of breaths can be counted using a program written and downloaded into the microcontroller. An LCD (liquid crystal display) of 2x16 characters is used to display the value of the respiratory rate and its type. The sensor characterization showed that it has a sensitivity of $9.6 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. The final test showed that the instrument has an accuracy of 96.5%. The display of the respiratory rate type is programmed for adults only.

Keywords: respiratory rate, temperature sensor, ATmega8535, sensitivity, accuracy.

I. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan aset penting bagi setiap orang. Orang yang sehat secara fisik (jasmani) dan mental (rohani) akan mampu melakukan pekerjaannya secara optimal. Ditinjau dari sudut pandang pemerintah, kesehatan merupakan salah satu faktor penentu kualitas sumber daya manusia. Oleh sebab itu, kesehatan individu dan masyarakat perlu selalu diperhatikan, dirawat, dan dijaga.

Ada empat parameter fisiologis penting yang biasa digunakan oleh para perawat atau tenaga medis dalam menentukan status kesehatan pasien di rumah sakit. Keempat parameter tersebut adalah temperatur tubuh, laju detak/denyut jantung, laju pernapasan, dan tekanan darah (Royal College of Nursing, 2013). Dari keempat parameter itu, laju pernapasan merupakan parameter terpenting karena laju pernapasan dapat memberikan informasi berharga terkait dengan kondisi jantung, syaraf, dan paru-paru (Braun, 1990, dalam Mathew dkk., 2012). Selain itu, status kesehatan bayi prematur (*neonate*), bayi di bawah 6 bulan (*infant*), dan pasien yang sedang dalam kondisi kritis umumnya dipantau melalui pengukuran laju pernapasannya (Tan dkk., 2010, dalam Das, 2013).

Pernapasan (*respiration*) adalah proses yang menyebabkan oksigen masuk ke paru-paru dan mencapai sel-sel tubuh, serta proses (dalam arah sebaliknya) yang menyebabkan karbon dioksida keluar dari tubuh melalui hidung atau mulut (British Medical Association, 2005). Oksigen diperlukan sebagai reaktan dalam pembentukan energi di dalam sel-sel tubuh, sedangkan karbon dioksida merupakan hasil sisa yang harus dibuang karena bersifat racun bagi tubuh.

Pernapasan umumnya berlangsung secara pasif (tanpa kita sadari) melalui saluran pernapasan yang terdiri atas hidung, laring, faring, trakea, dan paru-paru. Adapun laju pernapasan didefinisikan sebagai jumlah total napas, atau siklus pernapasan, yang terjadi tiap menit (OpenStax, 2013). Laju pernapasan yang abnormal, seperti laju pernapasan yang terlalu tinggi (*takipnea*), terlalu rendah (*bradypnea*), atau bahkan terhenti beberapa saat (*apnea*), merupakan indikator yang sensitif bagi penderita fisiologis yang memerlukan penanganan kesehatan dengan segera.

Metode paling sederhana untuk menentukan laju pernapasan adalah dengan menghitung langsung (secara manual) gerak naik-turun dinding rongga dada, atau dengan mendengar bunyi napas (*breathing sounds*) melalui stetoskop. Metode ini sangat bergantung pada konsentrasi pikiran dan kepekaan indera pelaku pengukuran/ pengamatan. Oleh karena sifat manusia yang mudah lupa, lelah, dan bosan, maka kini banyak dikembangkan metode pengukuran/ pengamatan laju pernapasan secara elektronik.

Rancang-bangun alat ukur laju pernapasan dengan menggunakan metode non-kontak telah dilakukan oleh Gupta, dkk. (2012) dan Agnihotri (2013). Keduanya menggunakan sensor temperatur. Bedanya, Gupta menggunakan termistor dengan sistem berbasis ATmega1284p dan tampilan hasil ukur pada LCD, sedangkan Agnihotri menggunakan sensor TMP100 dan komunikasi serial dengan antarmuka I2C. Kelemahan pada alat yang dihasilkan Gupta adalah bahwa hasil pengukuran hanya dapat ditampilkan hanya ketika tombol LCD ditahan selama proses pengukuran berlangsung. Adapun kelemahan pada alat yang dihasilkan Agnihotri adalah belum mampu mengukur laju pernapasan untuk kondisi relawan yang beraktivitas ringan.

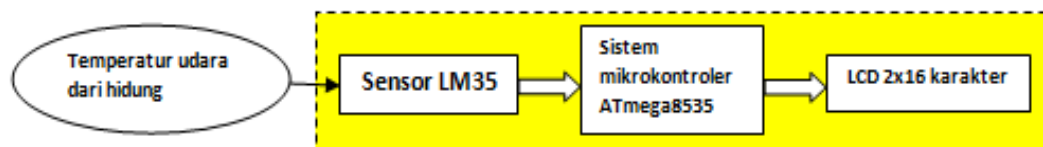
Penelitian yang akan dilakukan digunakan sensor temperatur jenis IC LM35 yang digunakan hanya sebagai pengindera napas manusia. Sensor LM35 ini akan ditempatkan di dalam *masker* sedemikian, sehingga setiap kali udara keluar melalui hidung maka tegangan sensor berubah, dan perubahan ini digunakan untuk mencacah laju pernapasan manusia dalam keadaan sehat maupun dalam keadaan sakit serta menampilkan keterangan normal atau tidak normal.

II. METODE

Tahapan penelitian ini dimulai dari studi literatur, perancangan diagram sistem blok, perancangan catudaya, pengujian/karakterisasi sistem sensor, perancangan sistem minimum mikrokontroler ATmega8535, perancangan visualisasi alat, pembuatan rangkaian secara permanen (penyolderan, pemasangan alat dan komponen, dan pengaturan sistem rangkaian), perancangan perangkat lunak sistem, pengujian akhir alat, dan pengumpulan data. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah BASCOM-AVR.

2.1 Prinsip Kerja

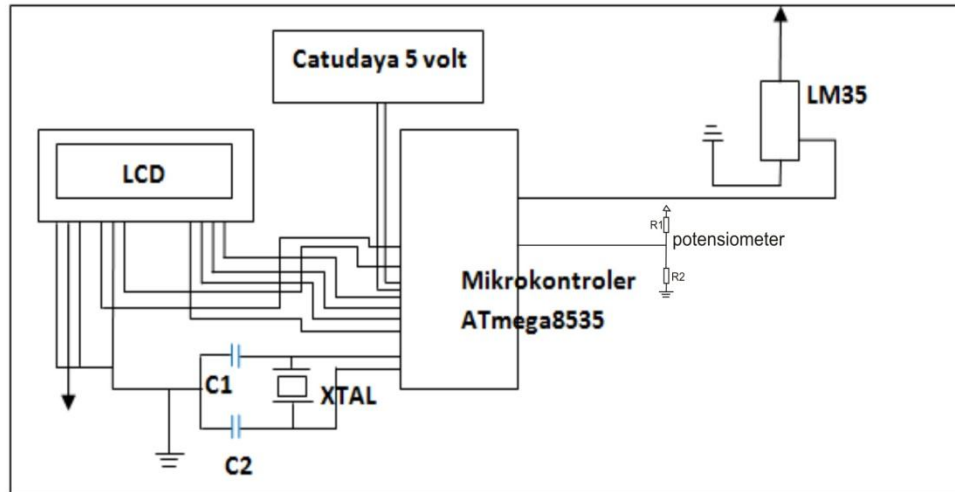
Pertama- tama sensor mendeteksi temperatur pernapasan manusia. Kedua setiap kali udara keluar melalui hidung maka tegangan sensor berubah, dan perubahan ini digunakan untuk mencacah laju pernapasan manusia dalam keadaan sehat maupun dalam keadaan sakit/sekarat serta menampilkan keterangan normal atau tidak normal. Berdasarkan prinsip kerja tersebut, diagram sistem blok alat ukur laju pernapasan manusia ini dirancang seperti Gambar 1.



Gambar 1 Diagram sistem blok alat ukur laju pernapasan manusia.

2.2 Skematik Rangkaian Lengkap Alat Ukur

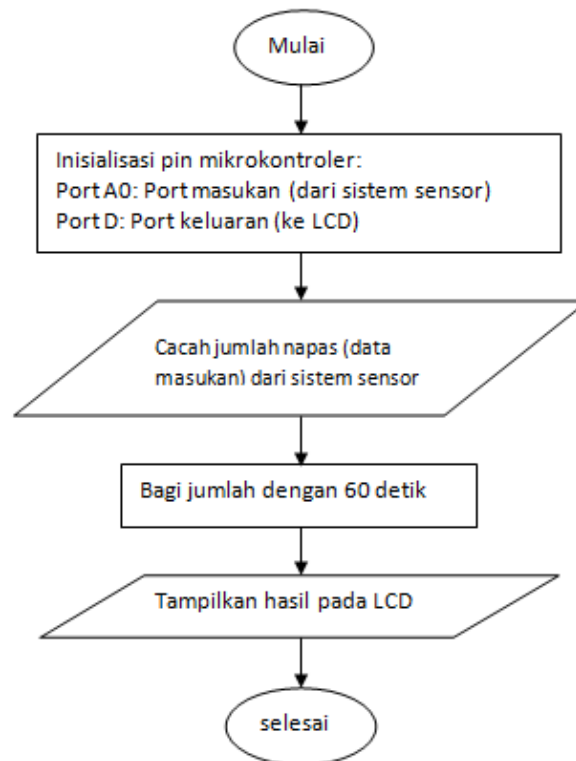
Rangkaian lengkap alat ukur laju pernapasan ini merupakan gabungan rangkaian catudaya, sistem sensor LM35, rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535, dan rangkaian modul LCD 2x16 karakter seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian lengkap alat ukur

2.3 Perancangan Program

Program pengendalian laju pernapasan akan dibuat berdasarkan diagram alir yang dirancang seperti pada Gambar 3. Program yang akan ditulis menggunakan bahasa pemrograman BASCOM-AVR ini dimulai dengan inisialisasi sensor laju pernapasan, dan LCD.



Gambar 3 Diagram alir program

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Catudaya

Jenis catudaya yang dibuat pada penelitian adalah catudaya dengan keluaran 5 V yang digunakan untuk rangkaian sistem sensor, sistem minimum mikrokontroler dan LCD. Pembuatannya menggunakan transformator *step-down* CT 1 A, dioda penyearah, *IC regulator* LM7805, kapasitor, resistor, dan LED, sedangkan pengujiannya menggunakan multimeter. Transformator *step-down* CT 1 A digunakan untuk menurunkan tegangan 220 V AC (arus bolak-balik) dari sumber listrik PLN menjadi 12 V AC. Dioda digunakan untuk merubah tegangan 12 V AC dari transformator menjadi 12 V DC (arus searah). *IC regulator* LM7805 digunakan untuk menghasilkan tegangan 5 V DC yang dibutuhkan rangkaian. Kapasitor digunakan untuk penstabil tegangan sedangkan resistor dan LED digunakan sebagai indikator berfungsi atau tidaknya catudaya. Berdasarkan hasil pengukuran, catudaya menghasilkan tegangan keluaran rata-rata sebesar 5.06 V dimana besar tegangan ini masih aman untuk menjalankan alat dengan baik. Besar tegangan keluaran dari catudaya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian tegangan keluaran catudaya

Pengukuran	Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)
1	12,00	5,06
2	12,00	5,06
3	12,00	5,06

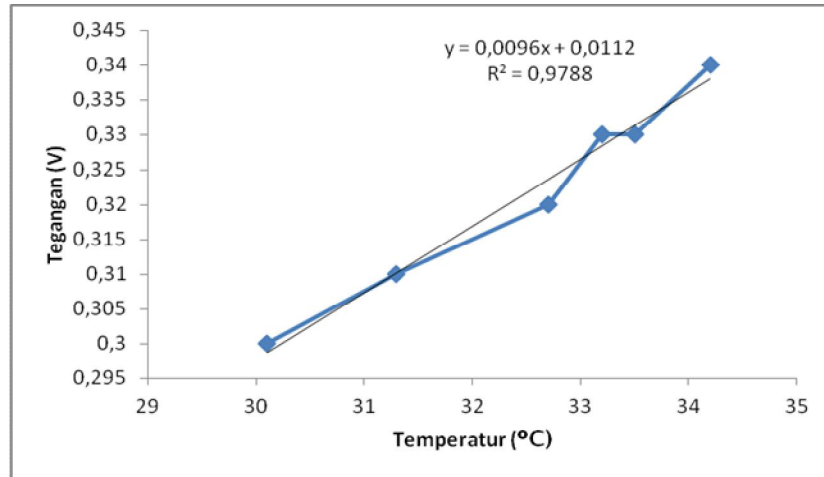
3.2 Karakterisasi Sensor LM35

Karakterisasi sensor LM35 dilakukan dengan membandingkan variasi temperatur pernapasan manusia dengan tegangan keluaran sensor di multimeter digital dengan cara termometer digital dipasang bersamaan dengan sensor LM35 di dalam masker oksigen. Alat ukur temperatur yang digunakan adalah termometer digital. Hasil pengujian sensor LM35 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian sensor LM35

No	Temperatur (OC)	Tegangan (V)
1	30,1	0,30
2	31,3	0,31
3	32,7	0,32
4	33,2	0,33
5	33,5	0,33
6	34,2	0,34
7	34,7	0,34
Rata	32,8	0,324

Grafik hubungan antara tegangan dan temperatur dapat dilihat pada Gambar 4. Dari Gambar 4 dapat dilihat tegangan dan temperatur mempunyai hubungan linier dengan koefisien korelasi karakterisasi 0,9788 sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor LM35 memiliki linieritas yang tinggi, keakuratan yang tinggi dan sudah sesuai dengan karakteristik yang ditetapkan sehingga dapat digunakan untuk pengukuran laju pernapasan manusia.



Gambar 4 Hubungan temperatur dengan tegangan

3.3 Pengujian Alat

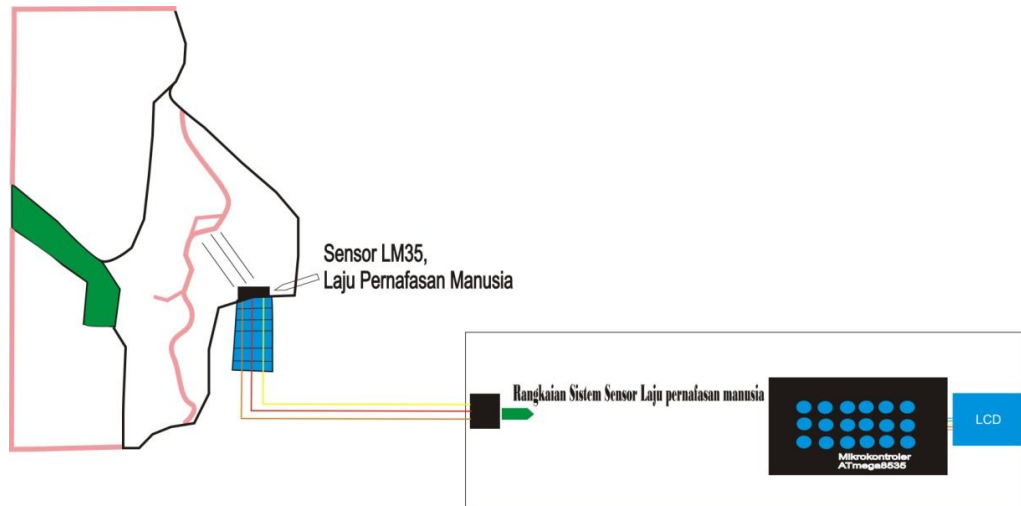
Pengujian alat dilakukan dengan mengambil data jumlah total napas manusia dan membandingkan antara alat ukur yang dirancang dengan stetoskop. Data pengujian alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat diketahui besar ketepatan alat ukur laju pernapasan memiliki rata-rata 96,5% sehingga persentase kesalahan 3,5%.

Tabel 3 Pengujian alat secara keseluruhan

No	Subyek Pengukuran	Usia	Keadaan Ketika Diukur	Hasil Pengukuran (Napas/Menit)		Persentase Ketepatan (%)
				Alat	Stetoskop	
1	Relawan 1	19	Jalan dari Dekanat Ke Labor	20	20	100
2	Relawan 2	20	Penderita Asma	19	19	100
3	Relawan 3	21	Jalan dari Gd I Ke Labor	27	27	100
4	Relawan 4	22	Pernah Sakit Paru-Paru	20	19	94,7
5	Relawan 5	23	Sedang Penelitian	19	18	94,4
6	Relawan 6	23	Santai	19	18	94,4
7	Relawan 7	25	Santai	18	19	94,7
8	Relawan 8	26	Setelah Olahraga <i>push-up</i>	24	26	92,3
9	Relawan 9	27	Santai	19	18	94,4
10	Relawan 10	28	Santai	20	20	100
Rata-Rata						96,5

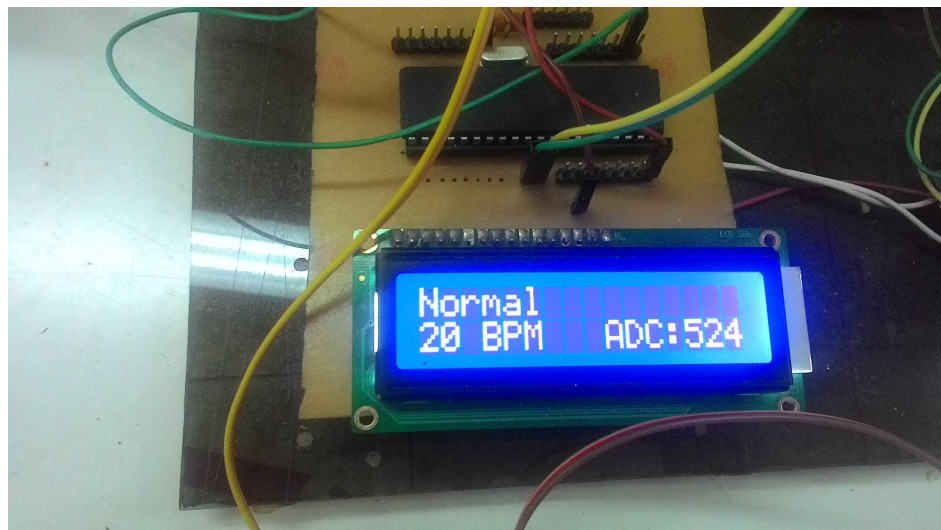
3.4 Visualisasi dan Hasil Akhir Alat

Bentuk fisik alat dalam penelitian ini dirancang dalam konteks rancang bangun. Pada pengaplikasiannya, sistem sensor ini dipasang di dalam masker oksigen agar sensor tidak mendapat pengaruh dari temperatur udara lingkungan sekitar sehingga temperatur yang diterima sensor hanya udara keluar dari hidung seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Visualisasi alat

Dalam pengukuran laju pernapasan manusia ini menggunakan sistem *counter* yaitu perhitungan dilakukan setiap satu menit. Pada mikrokontroler ATmega8535 sudah terdapat ADC, dan ADC ini berfungsi untuk mengonversi sinyal analog menjadi kode-kode digital yang mempresentasikan besar sinyal analog tersebut. Hasil pengujian laju pernapasan manusia menggunakan sensor LM35, ditampilkan pada LCD ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Sistem Alat Ukur laju pernapasan yang dihasilkan

Berdasarkan hasil pengamatan, LCD menampilkan “20 BPM” merupakan hasil laju pernapasan manusia, “BPM” adalah singkatan dari *Breaths per minute* merupakan satuan dari laju pernapasan, “normal” adalah hasil analisis pengukuran yang menyatakan laju pernapasan relawan dalam keadaan normal. Dilihat dari fungsi ADC yaitu untuk mengonversi sinyal analog (biasanya berupa tegangan) menjadi kode-kode digital maka “ADC:524” menunjukkan sensitivitas sensor yang berarti temperatur pernapasan relawan terdeteksi dengan sinyal ADC sebesar 524.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa alat ukur yang dirancang telah dapat bekerja seperti yang telah direncanakan baik untuk kondisi pernapasan normal maupun kondisi pernapasan setelah beraktivitas berat. Sensitivitas sensor LM35 yang digunakan pada penelitian ini $9,6 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Linieritas sensor LM35 yang digunakan

pada penelitian ini cukup baik dengan derajat korelasi linier sebesar 0,9788. Alat ukur memiliki akurasi rata-rata 96,5%. Alat ukur laju pernapasan ini telah dirancang untuk dapat digunakan dengan catudaya dari PLN maupun catudaya dari baterai 9 V. Agar pengukuran laju pernapasan manusia dapat dilakukan untuk semua umur maka perlu ditambahkan tompol keypad.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnihotri, A., 2013, Human Body Respiration Measurement Using Digital Temperature Sensor with I2c Interface, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 3, University of R.G.P.V, Bhopal, (M.P).
- Braun, S.R., 1990, Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations, Butterworth Publishers, Stoneham, MA.
- British Medical Association, 2005, Illustrated Medical Dictionary, A Dorling Kindersley Book, London.
- Das, S., 2013, Development Of A Respiration Rate Meter–A Low-Cost Design Approach, Health Informatics-An International Journal (HIJ), Vol.2, No.2.
- Gupta, M., dan Qudsi, H., 2012, Thermistor Respiratory Monitor, Electrical and Computer Engineering, Cornell University.
- Mathew, J., Semenova, Y., dan Farrell, G., 2012, A Miniature Optical Breathing Sensor, Biomedical Optics Express, Optical Society of America, December 2012 / Vol. 3, No. 12.
- OpenStax College, 2013, Anatomy & Physiology, Rice University, Houston, Texas, <http://cnx.org/content/col11496/latest/>, diakses Februari 2015.
- Royal College of Nursing, 2013, Standards for Assessing, Measuring and Monitoring Vital Signs In Infants, Children and Young People, London, Inggris.