

VITAL SIGN MONITOR

Hidayat Puspa Guna¹, Nur Hudha Wijaya¹, Heri Purwoko²

Prodi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta

Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183

Telp. (0274)387656, Fax (0274)387646

hidayat.puspaguna.2014@vokasi.umy.ac.id, nurhudhawijaya@vokasi.umy.ac.id

ABSTRAK

Pengukuran detak jantung berguna untuk memantau keadaan jantung seseorang, dan pengukuran laju pernafasan dilakukan untuk memantau keadaan paru-paru, yang berfungsi untuk menukar oksigen dengan karbondioksida pada darah. Pengukuran suhu tubuh dilakukan untuk mengetahui kondisi tubuh seseorang, karena semakin tinggi suhu pasien dari batas suhu normal maka akan berpengaruh pada cepat lambatnya jantung pasien dalam memompa darah ke seluruh tubuh.

Dalam tugas akhir ini akan dirancang alat yang dapat mengukur detak jantung, laju pernafasan dan suhu tubuh. Pada penelitian ini penulis menggunakan *finger* sensor yang dibangun menggunakan LED inframerah sebagai pemancar dan *photodiode* sebagai penerima, LM35 sebagai sensor suhu, sensor *miccondensor* untuk mendeteksi hembusan nafas, dan LCD sebagai outputan akhir

Dalam tugas akhir ini penulis melakukan pembuatan, percobaan, pengujian, dan pendataan sehingga penulis dapat menyimpulkan: setelah melakukan pengujian BPM, dapat disimpulkan bahwa alat ini masih berada dalam ambang batas yang dianjurkan yaitu memiliki selisih tidak kurang/lebih dari 5 bpm. Setelah melakukan pengujian suhu dapat disimpulkan bahwa pengukuran suhu pada alat ini masih dalam batas toleransi yaitu 1° C. Setelah melakukan pengujian laju pernafasan dapat disimpulkan bahwa alat ini masih berada dalam ambang batas yang dianjurkan 1%.

Kata kunci : BPM, Suhu tubuh, Respirasi, Miccondensor.

VITAL SIGN MONITOR

Hidayat Puspa Guna¹, Nur Hudha Wijaya¹, Heri Purwoko²

D3 Electro-medical Technology Study Program Vocational Program Muhammadiyah
University Of Yogyakarta
Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183
Telp. (0274)387656, Fax (0274)387646
hidayat.puspaguna.2014@vokasi.umy.ac.id, nurhudhawijaya@vokasi.umy.ac.id

ABSTRACT

Heart rate measurement used to monitor a heart condition and respiration rates are used to keep track of lung conditions which will exchange oxygen and carbon dioxide in the blood. Measuring body temperature is determining the condition of the body, as the higher the temperature will effect respiration rate of the patient's heart in pumping blood through the body.

The paper will design a device that can measure heart rate, respiratory rate and body temperature. The study used sensor finger which build by using infrared LED as transmitters and photodiodes as receivers, LM35 as temperature sensor, Miccondensor to detect exhaling, and LCD as final result.

In this paper, the writer is going to create, experiment, test and collect the data then could be concluded: after BPM testing, it is possible to conclude that, the device remains on the threshold recommended by having no more than 5 BPM differences. After temperature test will conclude the temperature measurement in this device within a tolerable threshold of 1° C. After respiratory rate test can be concluded that the device in 1% recommended threshold.

Kata kunci : BPM, Suhu tubuh, Respirasi, Miccondensor.

1. PENDAHULUAN

Menjaga kesehatan merupakan hal yang penting dan sangat berharga bagi kehidupan manusia. Apabila kesehatan terganggu, maka akan berpengaruh terhadap aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu kesehatan harus selalu diperhatikan dengan cara memantau tanda-tanda vital seseorang. Kesehatan perlu diperhatikan dan dipantau bagi semua orang. Sejalan dengan semakin pesatnya kemajuan teknologi yang mendorong manusia untuk berfikir melakukan kegiatan maupun aktifitas dengan mudah dan ringan, sehingga cara-cara lama dan butuh waktu yang lama semakin ditinggalkan. Di bidang kedokteran perkembangan teknologi ini akan mempermudah pengoperasian alat kedokteran.

BPM (Beat Per Menit) adalah salah satu teknik pengamatan yang sangat dibutuhkan dalam pemeriksaan medis, karena pengamatan BPM sendiri prosesnya cukup mudah yaitu dengan cara menjepitkan jari telunjuk tangan pada sensor photodiode dan inframerah. Hasil pendeteksian pembuluh darah pada jaritangan akan dapat terlihat pada pasien monitor. *Heart rate* sendiri merupakan detak jantung per satuan waktu yang biasanya dinyatakan dalam beats per menit (bpm). Jumlah detak jantung manusia sangat dipengaruhi oleh suhu tubuh manusia itu sendiri, karena cepat lambatnya jantung manusia dalam memompa darah ke seluruh tubuh tergantung pada perubahan suhu manusia itu sendiri. *Heart rate* orang dewasa berkisar antara 60 – 100 bpm, namun *Heart Rate* sendiri tidak dapat ditentukan dari setiap individu manusia, hal ini tergantung dari aktifitas fisik, suhu udara sekitar, posisi tubuh (tidur/ berdiri), tingkat usia, emosi dan obat-obatan yang sedang dikonsumsi [1].

Suhu tubuh merupakan perbedaan antara jumlah panas yang diproduksi oleh proses tubuh dan jumlah panas yang hilang ke lingkungan luar. Untuk mengukur suhu tubuh pasien yang hasilnya lebih akurat dengan menggunakan sensor LM35 di bagian ketiak. Pada dunia kesehatan pemantauan dan pengukuran suhu tubuh sangat penting untuk mengetahui kondisi pasien. Tubuh sehat mampu memelihara suhu tubuh secara konstan walaupun pada kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Suhu normal pada orang dewasa berkisar antara 36,5 °C – 37,5 °C. Apabila suhu tubuh dibawah 36°C diindikasikan menderita Hipotermia, sedangkan apabila suhu tubuh lebih dari 37,5°C diindikasikan menderita Hipertermia. Suhu tubuh memiliki keterkaitan dengan jumlah detak jantung manusia, sedikit perubahan pada suhu tubuh dapat berpengaruh besar dalam kinerja jantung karena semakin jauh suhu normal pasien maka berpengaruh pada cepat lambatnya jantung pasien dalam memompa darah ke seluruh tubuh [2].

Alat ukur frekuensi pernafasan (*Respiration Rate*) adalah suatu alat yang digunakan untuk memantau frekuensi pernafasan dalam kurun waktu 1 menit, pengukuran ini biasa digunakan untuk mendiagnosa suatu penyakit. Dari hasil pengukuran frekuensi pernafasan biasa disebut eupnea, sedangkan jumlah pernafasan yang melebihi rata-rata disebut tachyonea dan lebih rendah dari rata-rata jumlah pernafasan biasa disebut bradypnea. Karena itu akurasi jumlah frekuensi pernafasan perlu diperhatikan mengingat pentingnya dalam mendiagnosa suatu penyakit. Hinchliff et al. (1996) mengatakan setiap peningkatan suhu tubuh 0,5°C akan meningkatkan kebutuhan oksigen jaringan sebesar 7% sehingga frekuensi jantung dan pernafasan

menjadi meningkat. Ketika individu sehat diminta untuk latihan, maka *respiratory rate* akan meningkat. Karena tubuh membutuhkan oksigen lebih untuk proses pembakaran dimana akhirnya akan menimbulkan energi. Oksigen beredar di tubuh diikat oleh senyawa Hb yang beredar di dalam darah, jadi untuk memenuhi kebutuhan oksigen di seluruh tubuh maka, jantung memompa lebih cepat agar terjadi oksigenasi yang adekuat. Pada orang normal peningkatan detak jantung diiringi peningkatan pulse rate (nadi), dan peningkatan metabolisme untuk mendapatkan energi akan meningkatkan suhu tubuh. Jika detak jantung lebih dari 100 kali tiap menit maka seseorang akan berisiko terserang penyakit jantung. Demikian pula ketika detak jantung seseorang dibawah 60 kali per menit, dia akan mengalami beberapa gejala, diantaranya mudah lelah, berdebar, rasa sakit pada dada, sesak napas, tekanan darah cenderung rendah dan juga berkunang-kunang[3].

Metode paling sederhana untuk menentukan frekuensi pernapasan adalah dengan menghitung langsung (secara manual) gerak naik-turun dinding rongga dada, atau dengan mendengar bunyi napas (*breathing sounds*) melalui stetoskop, dan metode pengukuran detak jantung juga sangat sederhana dengan menghitung secara manual dengan cara menghitung kecepatan/loncatan aliran darah pada rongga dada, di belakang lutut (*popliteal arteri*), di tengah-tengah kaki, bagian dalam siku (bawah otot bisep), pergelangan tangan, di atas perut (*abdominal aorta*), daun telinga, jari-jari tangan, dan leher. 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 frekuensi pernapasan secara elektronik[3].

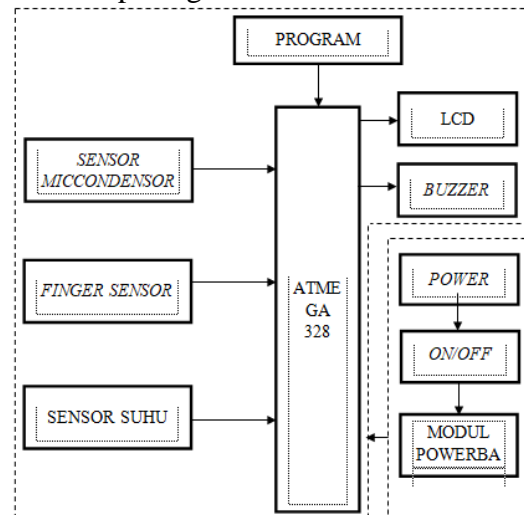
Alat ukur *heart rate* dan *respiration rate* sudah pernah dibuat oleh Khairuska Gusfazli kekurangan dari alat yang dibuat adalah hasil pengukurannya tidak terlalu akurat, walaupun masih bisa ditoleransi dan belum dilengkapi pengukuran suhu tubuh[2].

2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya adalah perancangan *hardware*, perancangan *software*, dan pengambilan data pengujian alat. Untuk pengujian alat mengenai BPM, Respirasi, temperature.

2.1 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* dilakukan dengan pembuatan blok rangkaian minimum sistem ATmega328, dan modul *finger sensor*, *sensor miccondensor*, sensor suhu, yang kemudian dirancang sesuai diagram blok pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Alat

Seseorang yang akan dihitung detak jantung, suhu tubuh dan laju pernafasan harus dipasangkan terlebih dahulu sensornya, yaitu *sensor miccondensor* di hidung dengan menggunakan masker untuk

pengukuran frekuensi pernafasan, finger sensor di jari tangan untuk pengukuran detak jantung dan sensor suhu di ketiak. *Sensor miccondensor* akan mendeteksi hembusan nafas manusia. Setiap udara yang keluar melalui hidung maka tegangan sensor akan berubah, perubahan ini digunakan untuk mencacah frekuensi pernafasan. Kemudian output *sensor miccondensor* akan masuk ke *input* mikro, lalu diolah dalam *microcontroller* untuk dihitung nilai frekuensi pernafasan pasien. Di dalam *finger sensor* terdapat LED inframerah yang menyala dan akan menerangi jari tangan dan juga *photodiode* yang akan peka terhadap intensitas cahaya. Setiap ada aliran darah maka akan terjadi perbedaan intensitas. Intensitas cahaya ini selanjutnya akan diterima oleh *photodiode*.

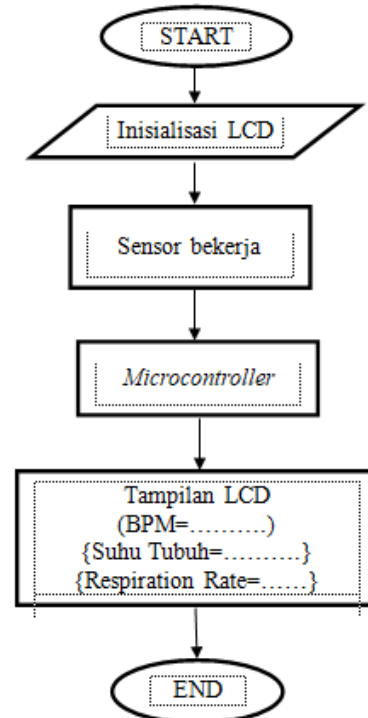
Sinyal analog dari *photodiode* akan diolah dalam rangkaian pengkondisian sinyal. Data/sinyal analog ini akan dikuatkan oleh rangkaian *non-inverting amplifier*. Data/sinyal analog yang dihasilkan akan dibandingkan dengan referensi komparator untuk selanjutnya mentrigger *input monostabil* agar dapat memberikan logika *high* atau *low* ke *input* mikro dan sensor suhu akan mendeteksi suhu tubuh manusia, setiap perubahan pada suhu tubuh seseorang terjadi akan mempengaruhi tegangan sensor akan berubah, Kemudian *output* sensor LM35 akan masuk ke *input micro*, lalu diolah dalam *microcontroller* untuk dihitung nilai suhu tubuh pasien, lalu diolah dalam *microcontroller* untuk dihitung nilai BPM pasien. *Microcontroller* akan membaca berapa banyak triggeran yang masuk selama 20 detik. Data yang sudah diperoleh selama 30 detik tersebut akan ditampilkan pada LCD.

2.2 Perancangan Software

Perancangan *software* dilakukan untuk menyempurnakan rancangan

hardware yang telah dibuat, agar alat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Gambar 2 merupakan diagram alir dari sistem kerja alat.



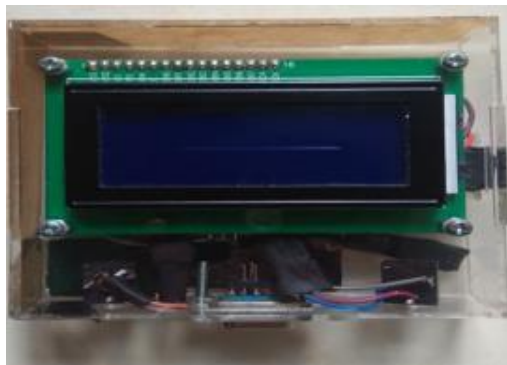
Gambar 2 Diagram Alir Alat

Penjelasan *flow chart*/diagram alir gambar 3.2 sebagai berikut:

- a. *Start*
Untuk memulai program.
- b. Inisialisasi LCD
Sebelum menjalankan program, *microcontroller* melakukan persiapan ke LCD.
- c. Menghitung detak jantung
Untuk memulai memonitoring detak jantung.
- d. Menghitung suhu tubuh
Untuk memulai menghitung suhu tubuh.
- e. Menghitung laju pernafasan
Untuk memulai menghitung laju pernafasan.
- f. *Reset*
Untuk mengulang program kembali.
- g. Selesai
Proses pengukuran program selesai.

2.3 Pengambilan Data Pengujian Alat

Data yang diambil untuk pengujian alat pada penelitian ini terdapat 3 parameter yaitu, BPM, data pengukuran *temperature*, dan data pengukuran respirasi. data perbandingan BPM dan respirasi dibandingkan dengan alat *calibrator* untuk mengetahui nilai BPM dan respirasi akurat atau tidak, dan data mengenai pengukuran suhu dibandingkan dengan termometer yang telah terkalibrasi. Gambar 3 merupakan bentuk jadi alat.



Gambar 3 Gambar Bentuk Jadi Alat Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang telah diambil dan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil dari penelitian ini diantaranya adalah data pengukuran BPM, data pengukuran *temperature*, data pengukuran Respirasi yang dirancang menggunakan ATmega328 pada penelitian ini dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

Tabel 1 Data Pengukuran BPM

No	Setting	Hasil pengukuran									
		60	61	61	59	61	61	61	61	61	61
1	60	61	60	60	61	61	61	61	60	61	61
		80	79	80	79	80	80	81	79	80	80
2	80	80	80	80	80	80	79	81	80	80	80
		101	101	101	101	100	100	101	100	100	101
3	100	101	101	101	101	100	100	100	101	100	100
		123	123	124	123	124	123	124	123	123	123
4	120	122	122	123	123	124	124	123	123	123	123
		139	139	140	139	139	140	140	141	139	139
5	140	140	140	140	140	140	139	139	139	140	140
		159	159	159	159	160	160	160	159	159	159
6	160	160	160	159	159	160	159	159	160	160	160
		179	179	179	180	180	179	179	180	180	180
7	180	179	180	179	180	179	180	180	179	180	180

Tabel 2 Analisis Data BPM

No	Setting	Rata-Rata	Koreksi	Standar Deviasi	Ketidakpastian (Type a)	Toleransi
1	60	60,7	0,7	0,57	0,18	5 bpm
2	80	79,9	-0,1	0,55	0,17	5 bpm
3	100	100,6	0,6	0,51	0,16	5 bpm
4	120	123,2	3,2	0,59	0,19	5 bpm
5	140	139,6	-0,4	0,60	0,19	5 bpm
6	160	159,5	-0,5	0,51	0,16	5 bpm
7	180	179,5	-0,5	0,51	0,16	5 bpm

Tabel 1 dan 2 merupakan tabel data pengukuran pada pengaturan bpm 60, 80, 100, 120, 140, dan 180. Setiap pengambilan data dilakukan selama 30 menit, dengan 20 kali pengambilan data. Tabel 2 menunjukkan bahwa pada pengambilan data 60 bpm memiliki hasil yang linier dengan hasil nilai rata-rata 60,7 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak 0,7. Untuk pengambilan data 80 bpm memiliki hasil yang linier dengan hasil nilai rata-rata 79,9 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak -0,1.

Untuk pengambilan data 100 bpm memiliki hasil yang linier dengan hasil nilai rata-rata 100,6 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak 0,6. Untuk pengambilan data 120 bpm memiliki hasil linier, dengan hasil nilai rata-rata yang berada di atas nilai setting yaitu 123,2 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak 3,2. Untuk pengambilan data 140 bpm memiliki hasil linier, dengan hasil nilai rata-rata 139,6 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak -0,4. Untuk pengambilan data 160 bpm memiliki hasil linier, dengan hasil nilai rata-rata 159,5 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak -0,5. Untuk pengambilan data 180 bpm memiliki hasil linier, dengan hasil nilai rata-rata 179,5 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak -0,5. Dari tabel 2 dapat disimpulkan bahwa masih berada dalam ambang batas yang dianjurkan yaitu memiliki selisih tidak lebih dari 5 bpm.

Tabel 3 Data Pengukuran Temperature

No	Alat Pemandang	1	2	3	4	5
1	29	29,14	29,14	29,04	29,60	29,22
2	31	31,18	31,19	31,09	31,18	31,18

Tabel 4 Analisis Data Temperature

No	Alat Perbandingan	Rata-rata	Koreksi	Standar Deviasi	Ketidakpastian tipe a	Toleransi
1	29	29,23	0,23	0,22	0.10	1 °C
2	31	31,16	0,16	0,04	0.02	1 °C

Tabel 3 dan 4 merupakan grafik pengukuran pada pengaturan suhu 29°C dan 31°C. Setiap pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali pengambilan data. Tabel 4 menunjukkan pengambilan data pada suhu 29°C memiliki hasil yang stabil, setelah dilakukan 5 kali pengambilan data dan menghasilkan nilai rata-rata 29,23°C dengan nilai koreksi sebanyak 0,23°C. Untuk pengambilan data pada suhu 31°C memiliki hasil yang stabil, setelah dilakukan 5 kali pengambilan data dan menghasilkan nilai rata-rata 31,16°C dengan nilai koreksi sebanyak 0,16°C.

Tabel 5 Data pengukuran Respirasi

No	Setting	Hasil pengukuran									
		15	15	15	15	15	15	15	15	12	12
1	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		18	18	18	18	18	18	18	18	18	15
2	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
		21	21	21	21	21	24	24	21	21	21
3	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
		24	24	24	24	24	21	21	24	24	24
4	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
		24	21	24	24	24	24	24	24	24	24

Tabel 6 Data Analisis Respirasi

No	Setting	Rata-rata	Koreksi	Standar Deviasi	Ketidakpastian (Tipe a)
1	15	14,7	-0,3	0,92	0,21
2	18	17,9	-0,1	0,67	0,15
3	21	21,3	0,3	0,92	0,21
4	24	23,6	-0,4	1,10	0,25

Tabel 5 dan 6 merupakan pengukuran respirasi 15, 18, 21, dan 24. Setiap pengambilan data dilakukan selama 1 menit, dengan 20 kali pengambilan data. Tabel 6 menunjukkan pada pengambilan data respirasi ke 15 memiliki hasil yang stabil dengan hasil nilai rata-rata 14,7 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak -0,3. Untuk pengambilan data respirasi ke 18 memiliki hasil yang stabil dengan hasil nilai rata-rata 17,9 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak -0,1.

Untuk pengambilan data respirasi ke 21 memiliki hasil yang linier dengan hasil nilai rata-rata 21,3 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak 0,3. Untuk pengambilan data respirasi ke 24 memiliki hasil yang linier dengan hasil nilai rata-rata

23,6 dan menghasilkan nilai koreksi sebanyak -0,4.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pembuatan, percobaan, pengujian, dan pendataan, penulis dapat menyimpulkan bahwa pada alat vital sign monitor memiliki kemampuan sebagai berikut :

1. Setelah melakukan pengujian BPM, pada pengujian 60 bpm mendapatkan rata-rata 60,7 simpangan 0,7, standar deviasi 0,57, ketidakpastian 0,18, dengan toleransi 5 bpm. Pada pengujian 80 bpm mendapatkan rata-rata 79,9, simpangan -0,1, standar deviasi 0,55, ketidakpastian 0,17, dengan toleransi 5 bpm. Pada pengujian 100 bpm mendapatkan rata-rata 100,6, simpangan 0,6, standar deviasi 0,51, ketidakpastian 0,16 dengan nilai toleransi 5 bpm. Pada pengujian 120 bpm mendapatkan rata-rata 123,2, simpangan 3,2, standar deviasi 0,59, ketidakpastian 0,19 dengan toleransi 5 bpm. Pada pengujian 140 bpm mendapatkan rata-rata 139,6, simpangan -0,4, standar deviasi 0,60, ketidakpastian 0,16 dengan toleransi 5 bpm. Pada pengujian 160 bpm mendapatkan rata-rata 159,5, simpangan -0,5, standar deviasi 0,51, ketidakpastian 0,16 dengan toleransi 5 bpm. Pada pengujian 180 bpm mendapatkan rata-rata 179,5, simpangan -0,5, standar deviasi 0,51, ketidakpastian 0,16 dengan toleransi 5 bpm. Dari data tersebut disimpulkan bahwa alat ini masih berada dalam ambang batas yang dianjurkan yaitu memiliki selisih tidak kurang/lebih dari 5 bpm.
2. Setelah melakukan pengujian suhu pada pengaturan 29°C diperoleh hasil rata-rata 29,23°C, simpangan sebesar 0,23°C, standar deviasi 0,22 ketidakpastian 0,10 dengan toleransi 10°C. Dan pada pengaturan 31°C diperoleh hasil rata-rata 31,16°C, simpangan sebesar 0,16°C, standar

deviasi 0,04, ketidakpastian 0,02 dengan toleransi 10°C. Dari data tersebut disimpulkan bahwa pengukuran suhu pada alat ini masih dalam batas toleransi yaitu 1°C.

3. Setelah melakukan pengujian respirasi sebanyak 10 kali pada 4 pengaturan respirasi, pada pengaturan 15 diperoleh hasil rata-rata 14,7, simpangan sebesar -0,3, standar deviasi 0,92 dengan ketidakpastian 0,21. Pada pengaturan 18 diperoleh hasil rata-rata 17,8, simpangan sebesar -0,1, standar deviasi 0,67 dengan ketidakpastian 0,15. Pada pengaturan 21 diperoleh hasil rata-rata 21,3, simpangan sebesar 0,3, standar deviasi 0,92 dengan ketidakpastian 0,21. Pada pengaturan 24 diperoleh hasil rata-rata 23,6, simpangan sebesar -0,4, standar deviasi 1,10 dengan ketidakpastian 0,25.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N H Wijaya dkk, "Alat Ukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Dilengkapi Penyimpanan Data," Jurnal Prosiding SNATIF, No. 5, pp. 437-444, 2018.
- [2] K. Gusfazli, "Alat Ukur Heart Rate Dan Respiration Rate Berbasis ATMega 16," Teknik Elektromedik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.2017.
- [3] R. M. Jones, "Penilaian Umum dan Tanda - tanda Vital," pp. 1-33, 2009. Diakses tanggal 23 Agustus 2018 pukul 20.15 WIB.
- [4] N. N. Damayanti, T. Rahmawati, and M. Ridha, "Wireles Monitoring BPM dan Suhu Dilengkapi Nurse Call Berbasis PC," no. 10, pp. 1-8, 2015. Diakses tanggal 08 Agustus 2018 pukul 21.00 WIB.
- [5] Fatoni Ahmad, Dany Dwi Nugroho, "Rancang Bangun Alat Pembelajaran Microcontroller," J. PROSISKO, vol. 2, no. 1, pp. 1-9, 2015. Diakses tanggal 30 Agustus 2018 Jam 10.00 WIB.
- [6] "Belajar Mikrokontroler 2016: Pemantau Level Kebisingan dan Karbon Monoksida." [Online]. Available: <http://belajar-mikrokontroler-2016.blogspot.com/2016/12/alat-pendeteksi-levelkarbon-monoksida.html>. [Accessed: 20-Jan-2020].
- [7] I. M. Naradhyana, U. Sunarya, and S. Hadiyoso, "Alat Pemantau Sistem Pernafasan Menggunakan Mikrokontroler dan E-Health PCB," Univ. Telkom, vol. 1, no. 1, p. 10, 2014.
- [8] "Mini Book Master Biologi & Kimia SMP Kelas VII, VIII, & IX: Belajar BioKim ... - Renan Rahardian S.Si. & Sandy Hermawan, ST. - Google Books." [Online]. Available: [https://books.google.co.id/books?id=LJBUBAAQBAJ&pg=PA86&lpg=PA86&dq=Pernapasan+adalah+proses+pengambilan+oksigen+dan+pengeluaran+sisa+oksidasi+\(reaksi+dengan+oksigen\)+di+dalam+tubuh+berupa+karbon+dioksida+dan+uap+air+melalui+alat+pernapasan.&source=bl&ot](https://books.google.co.id/books?id=LJBUBAAQBAJ&pg=PA86&lpg=PA86&dq=Pernapasan+adalah+proses+pengambilan+oksigen+dan+pengeluaran+sisa+oksidasi+(reaksi+dengan+oksigen)+di+dalam+tubuh+berupa+karbon+dioksida+dan+uap+air+melalui+alat+pernapasan.&source=bl&ot). [Accessed: 20-Jan-2020].