

PERANCANGAN ALAT PENGUKURAN SUHU DAN KADAR OKSIGEN DALAM TUBUH BERBASIS MIKROKONTROLER

Fifto Nugroho^{1)*}, Alexius Ulan Bani²⁾, Emmanuel Esperito Epifanius Velazques³⁾

^{1,2,3)} Sistem Komputer, Universitas Bung Karno, Jakarta

email: fiftonugroho@ubk.ac.id¹⁾, alexiusulanbani@ubk.ac.id²⁾,
emmanuelesperito6@gmail.com³⁾

Abstrak

Perkembangan teknologi yang modern memungkinkan untuk membuat suatu alat yang lebih maju. Bidang kesehatan sebagai salah satu komponen penting kehidupan juga tidak luput dari dukungan teknologi. Salah satu implementasinya yaitu perancangan dan pembuatan sistem pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh. Pengukuran dilakukan menggunakan jari tangan untuk mendeteksi kadar oksigen dan tangan untuk mendeteksi suhu secara tidak tersentuh tanpa melukai bagian tubuh. Alat ukur ini menggunakan sensor MAX30100, MLX90614, Arduino Uno, LCD 16x2 dengan I2C dan Buzzer. Alat ini mampu mengukur suhu dan kadar oksigen dengan buzzer sebagai indikator suara apabila kondisi tidak sesuai / abnormal.

Kata Kunci : Arduino, MAX30100, MLX90614, Abnormal, Suhu, Kadar Oksigen.

Abstract

The development of modern technology makes it possible to make a more advanced tool. The health sector as one of the important components of life also does not escape the support of technology. One of the implementations is the design and manufacture of a system for measuring temperature and oxygen levels in the body. Measurements are made using the fingers to detect oxygen levels and the hands to detect the temperature without injuring the body. This measuring instrument uses the MAX30100 sensor, MLX90614, Arduino Uno, 16x2 LCD with I2C and Buzzer. This tool is able to measure temperature and oxygen levels with a buzzer as a sound indicator if conditions are not appropriate / abnormal.

Keywords: Arduino, MAX30100, MLX90614, Abnormal, Temperature, Oxygen Level.

PENDAHULUAN

Suhu dan oksigen dalam tubuh merupakan inti utama dalam kehidupan manusia, karena otak manusia memanfaatkan sekitar 20% oksigen yang digunakan oleh tubuh. Demikian pula, suhu tubuh manusia biasa adalah 36,50 ° C - 37,20 ° C. Tingkat oksigen dalam tubuh manusia seharusnya mencapai angka biasanya yaitu 95-100%. Jika nilai estimasi

di bawah 95%, itu menunjukkan bahwa oksigen di dalam tubuh sangat kurang. Seseorang dikatakan mengalami gejala hipertermia apabila suhu lebih dari 37,20 ° C dan hipotermia kurang dari 36,50 ° C. Bagaimanapun hal tersebut bisa terjadi jika semua seseorang tidak memiliki petunjuk tentang pentingnya kadar oksigen dan suhu dalam tubuhnya, sehingga mereka sering tidak mengerti bahwa mereka sedang



menghadapi indikasi gejala tersebut. Hipoksia disebabkan oleh infeksi pneumonia obstruktif yang sedang berlangsung, emfisema, bronkitis, defisiensi zat besi (rendahnya jumlah trombosit merah yang membawa oksigen). Dari kasus Covid-19 yang jarang diketahui oleh orang antara lain salah satu efek samping awal adalah hipoksia dan peningkatan suhu tubuh (hipertermia) maka diperlukan suatu alat yang dapat memudahkan dalam memeriksa keadaan tubuh manusia di segala usia, praktis, ekonomis, dan sederhana dengan non invasive (tidak melukai bagian tubuh) sehingga apabila digunakan pada kasus anak-anak dalam kategori bayi dirasa tidak terlalu riskan pada kondisi apapun baik epidermis dan pembuluh darah pada bayi baru lahir.

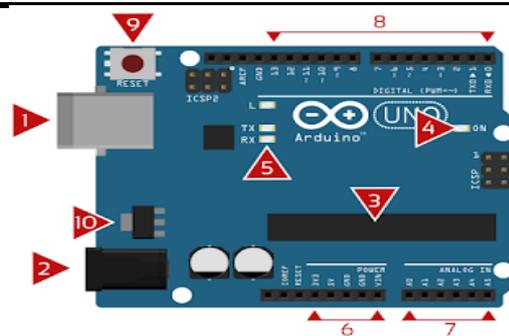
Dengan demikian berdasarkan pada permasalahan tersebut maka, dirancang sebuah penelitian dengan judul “Perancangan Alat Pengukuran Suhu dan Kadar Oksigen Dalam Tubuh Berbasis Mikrokontroler”.

METODE PENELITIAN

Tinjauan Hardware

A. Mikrokontroler

Menurut Sumardi (2013:25) mikrokontroler adalah gadget elektronik canggih yang memiliki informasi dan hasil seperti halnya kontrol dengan program yang dapat disusun dan dihapus dengan tujuan tertentu dalam pikiran, kerja nyata mikrokontroler sebagai pembaca dan penulis informasi. Gambar 1 menunjukkan gambar mikrokontroler.



Gambar 1. Mikrokontroler

Penjelasan gambar 1 adalah

1. Port Usb.
2. Port Jack
3. Chip Mikrokontroler
4. LED Indikator Daya
5. LED Indikator Transfer Data
6. Pin Sumber Daya
7. Pin Analog
8. Pin Digital
9. Tombol Reset
10. IC Regulator Tegangan

B. Karakteristik Mikrokontroler

Menurut Sumardi (2013:25) mikrokontroler memiliki macam-macam karakteristik sebagai berikut:

1. Memiliki program tertentu disimpan dalam memori untuk aplikasi tertentu, sama sekali tidak seperti PC multifungsi karena itu sama sekali tidak sulit untuk masuk ke program. Program mikrokontroler relatif kecil dari pada program pada PC.
2. Konsumsi daya sangat kecil.
3. Sambungannya mudah dan kompak.

C. Sensor *MLX90614*

Sensor ini merupakan modul yang di dalamnya terdapat LED yaitu, LED inframerah, dan photodiode. Sensor ini menggunakan Bus driver 12C. Bus driver 12C merupakan open drain, dimana saat sinyal low adalah 0 volt dan sinyal high



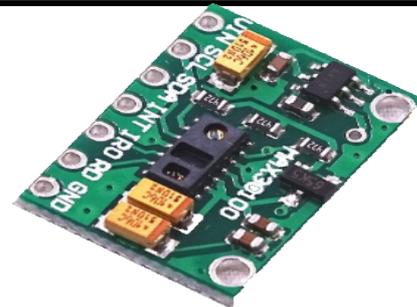
dalam keadaan floating, maka untuk dapat membaca data keluaran sensor dibutuhkan resistor pull-up pada SDA dan SCL pada 12C. dalam konfigurasi sensor ini berupa register yaitu konfigurasi LED yang diprogram dari 0mA hingga 50mA dan resolusi ADC berkisar dari 13 bit hingga 16 bit. Untuk keluaran sensor yang tersimpan pada FIFO. Tiap sampel pada FIFO adalah 4byte data, sehingga total data yang dapat disimpan di FIFO adalah 64byte, dan dari 4byte data tersebut 2byte terdiri dari data LED inframerah dan 2byte adalah data dari LED merah. Gambar 2 menunjukkan gambar sensor MLX90614.



Gambar 2. Sensor MLX90614

D. Sensor MAX30100

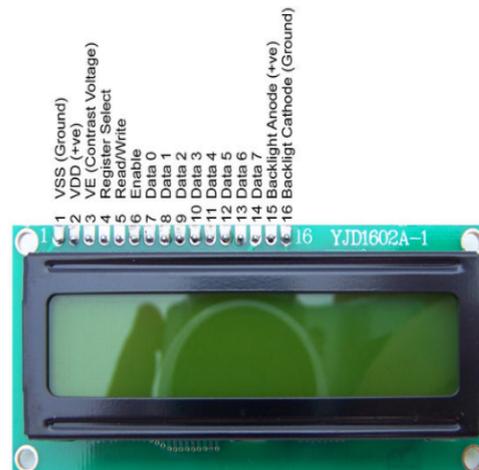
Sensor ini memiliki IC *thermopile* yaitu IR sensitif dan *ASIC* sinyal yang saling terhubung. kondisi sinyal yang terhubung ke *MLX90614* itu adalah *low noise amplifier*. *ADC* dan *unit DSP* yang mempunyai karakteristik yang kuat dapat meningkatkan akurasi akurat dan resolusi tinggi dari modul sensor tersebut. Secara *default* sensor dikalibrasi dengan *output SMBus* digital yang memberikan informasi suhu yang akurat dan dapat diukur pada kisaran suhu dengan resolusi $0,02^{\circ}$ C. Gambar 3 menunjukkan gambar sensor *MAX30100*.



Gambar 3. Sensor MAX30100

E. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Menurut Suleman (2014:32) LCD adalah terbuat dari bahan cairan kristal yang menggunakan sistem dot matrix. LCD merupakan kristal cair sebagai suatu tampilan (visual) dengan menggunakan listrik sebagai pengubah bentuk kristal-kristal cairnya tersebut sehingga membentuk tampilan angka dan huruf pada layar. Gambar 4 menunjukkan gambar LCD.



Gambar 4. LCD

F. Buzzer

Menurut Anggraini (2010:5) buzzer adalah komponen suara yang dapat merubah energi listrik menjadi energi suara dan terdiri dari dua lempengan logam dengan tujuan mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer terdiri dari



diafragma yang memiliki suatu gulungan, jika gulungan tersebut dialiri arus listrik maka gulungan akan masuk kedalam bergantung pada polaritas magnetnya Gambar 5 menunjukkan gambar Buzzer.



Gambar 5. Buzzer

Tinjauan Software

A. Arduino Software IDE

IDE itu merupakan kependekan dari Integrated Development Environment, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman arduino (sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelumnya dijual ke pasaran, IC mikrokontroler arduino telah ditanamkan suatu program bernama bootlader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler arduino dengan mikrokontroler. arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang disebut wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah.

B. C++

Menurut Suprpto (2008:48) bahasa C++ dirangkai oleh Bjarne Stroustrup di fasilitas AT&T Chime Research pada

pertengahan 1980-an merujuk bahasa C di ANSI (American National Standard Organization). Yang rilis pertama melalui, model C++ lalu dikembangkan sebagai C yang ditingkatkan dengan kelas. Bahasa ini disebut C dengan kelas (C with class). Selama tahun 1983-1984, C dengan kelas yang disempurnakan dengan menambahkan fasilitas pembeban kelebihan operator dan fungsi yang kemudian melahirkan apa yang disebut C++. Bahasa tersebut diciptakan untuk pemrograman berorientasi pada objek (Object Oriented Programming/OOP). Borland C++ mendukung beberapa kerangka kerja menjadi DOS khusus Windows 16bit dan Windows 32bit.

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Berikut ini adalah tahapan dari perancangan dan pembuatan sistem pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh berbasis mikrokontroler. Gambar 6 menunjukkan gambar tahap dari perancangan dan pembuatan alat pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh berbasis mikrokontroler.

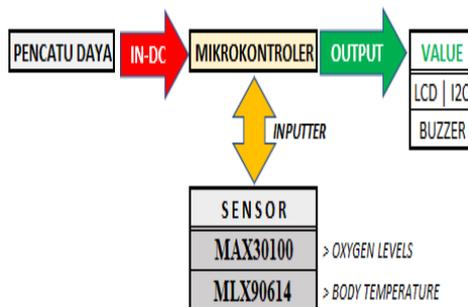


Gambar 6. Tahapan dari Perancangan Alat Pengukuran Suhu dan Kadar Oksigen Dalam Tubuh Berbasis Mikrokontroler



A. Diagram Blok Rangkaian

Perangkat sistem alat pengukuran akan dibuat perbagian berdasarkan fungsi alat ini masing-masing, yaitu alat menyala, LCD menampilkan instruksi berupa teks dengan hasil kadar oksigen dan suhu, sensor MAX30100 dan MLX90614 mengirimkan sinyal digital berupa data-data suhu dan kadar oksigen yang diterima oleh pengendali arduino, dan hasil ditampilkan pada LCD. Hasil dari penerimaan sensor MAX30100 dan sensor MLX90614 diproses oleh pengendali arduino sebagai input. LCD digunakan sebagai output yaitu berupa pesan hasil pengukuran yang ditampilkan oleh data yang diterima oleh sensor. Gambar 7 menunjukkan gambar diagram blok rangkaian.



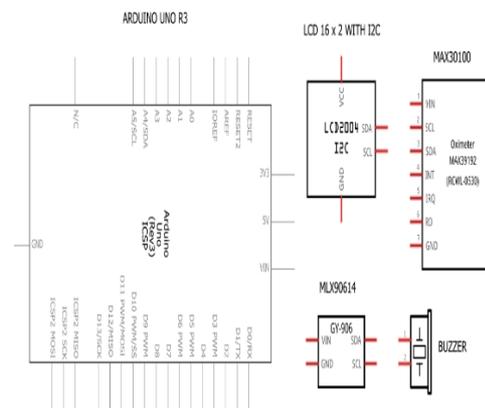
Gambar 7. Diagram Blok Rangkaian

B. Perancangan Skematik Rangkaian

Pada tahap perancangan skematik rangkaian ini berguna sebagai rancangan awal pada komponen hardware dan akan dijelaskan skematik masing-masing bagian yang menjadi satu kesatuan pada rangkaian alat ini. Sensor MAX30100 berfungsi sebagai pengukur kadar oksigen dalam tubuh sedangkan sensor MLX90614 berfungsi sebagai pengukur suhu tubuh manusia secara contact, dimana arduino sebagai pemrosesan data dari sensor tersebut yang akan ditampilkan ke LCD dan Buzzer sebagai indikator output suara hasil abnormal.

C. Konstruksi Rangkaian Alat

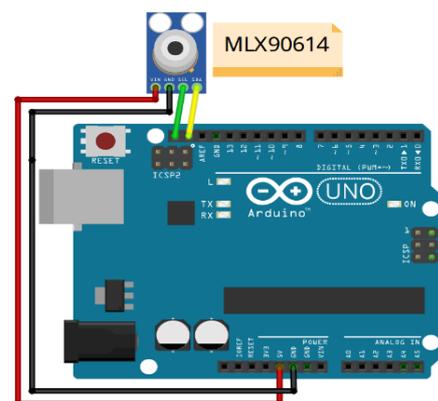
Berdasarkan bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat alat pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh berbasis mikrokontroler maka dapat dibuat perancangan sekmatik konstruksi alat. Gambar 8 menunjukkan gambar konstruksi rangkaian alat.



Gambar 8. Kostruksi Rangkaian Alat

D. Skematik Sensor MLX90614

Sensor MLX90614 digunakan sebagai pembaca suhu tubuh manusia secara contact dan memberikan data yang akan diterima arduino uno untuk ditampilkan ke LCD. Gambar 9 menunjukkan gambar skematik sensor MLX90614

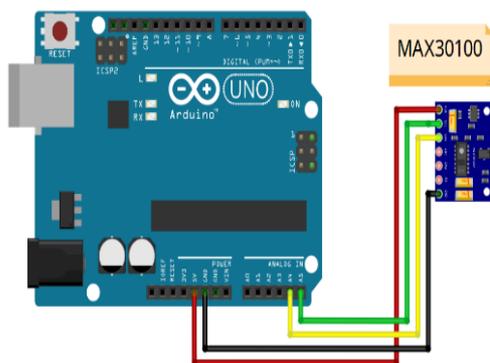


Gambar 9. Skematik Sensor MLX90614



E. Skematik Sensor MAX30100

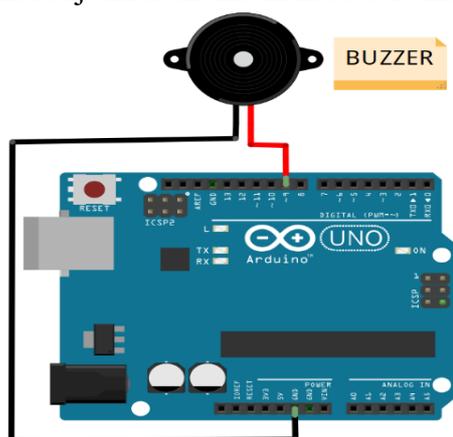
Sensor MAX30100 digunakan sebagai pembaca kadar oksigen dalam darah pada tubuh manusia dan memberikan data yang akan diterima arduino uno untuk ditampilkan ke LCD. Gambar 10 menunjukkan gambar skematik sensor MAX30100



Gambar 10. Skematik Sensor MAX30100

F. Skematik Modul Buzzer

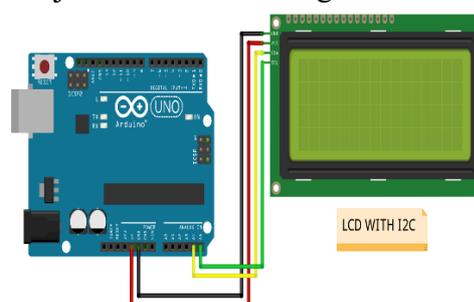
Buzzer digunakan sebagai indikator suara ketika persentase kadar oksigen kurang dari 95%, suhu tubuh lebih dari 37.20°C, dan suhu tubuh kurang dari 36.50°C maka mikrokontroler arduino uno akan mengirim sinyal ke rangkaian Buzzer untuk memberikan indikator suara. Gambar 11 menunjukkan skematik modul Buzzer.



Gambar 11. Skematik Modul Buzzer

G. Skematik Rangkaian LCD

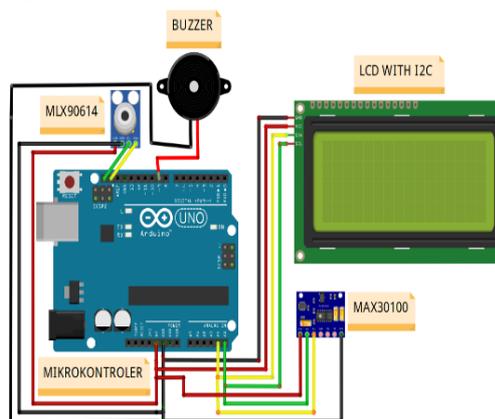
LCD (Liquid Crystal Display) dengan modul I2C digunakan sebagai output pembaca hasil persentase kadar oksigen dan suhu tubuh manusia. Gambar 12 menunjukkan skematik rangkaian LCD.



Gambar 12. Skematik Rangkaian LCD

H. Skematik Keseluruhan Rangkaian

Arduino uno (ATmega328) berfungsi sebagai penerima sinyal dan menerima data dari sensor MAX30100 dan sensor MLX90614 dan data yang diterima dalam bentuk sinyal kemudian diproses menggunakan proses pemrograman perangkat lunak (software) untuk menjalankan suatu proses aktifitas yang dirancang sesuai dengan perintah pada pemrograman dari awal hingga akhir. Gambar 13 menunjukkan skematik rangkaian keseluruhan.



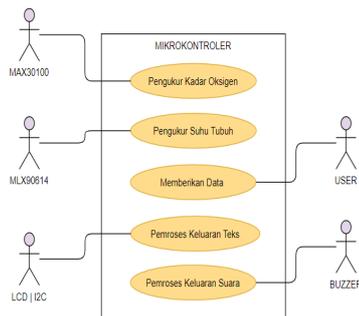
Gambar 13. Skematik Rangkaian Keseluruhan



I. DIAGRAM UML

a. Use Case Diagram

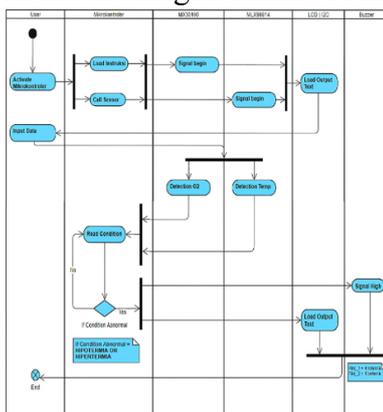
Use Case diagram ini menjelaskan tentang suatu integrasi atau komunikasi antara komponen perangkat dengan perangkat lainnya pada rangkaian arduino uno. Gambar 14 menunjukkan gambar Use Case Diagram untuk alat pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh



Gambar 14. Use Case Diagram Alat Pengukuran Suhu dan Kadar Oksigen Dalam Tubuh

b. Activity Diagram

Activity diagram adalah komponen-komponen rangkaian yang terjadi secara lengkap berdasarkan alur berjalannya sistem yang telah dibuat. Gambar 15 menunjukkan Activity Diagram untuk alat pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh.



Gambar 15. Activity Diagram Alat Pengukuran Suhu dan Kadar Oksigen Dalam Tubuh

PENGUJIAN ALAT

Dalam pengujian dan pengukuran alat yang dibuat pada pembuatan sistem pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh berbasis mikrokontroler, maka dapat diambil suatu pengujian dan pengukuran pada alat ini. Dalam hal ini akan dilakukan pengujian dan pengukuran pada perangkat keras.

A. Pengujian dan Pengukuran Hardware

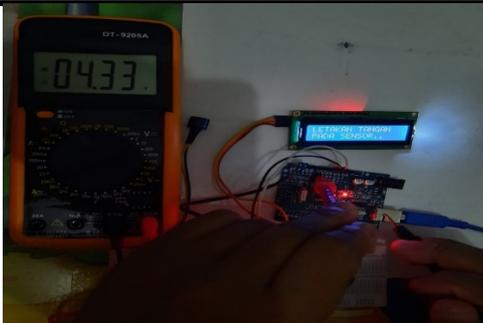
Pengujian dan pengukuran perangkat keras pada pembuatan sistem pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh berbasis mikrokontroler ini dilakukan beberapa tahapan pengujian antara lain:

1. Pengujian Arduino ATmega328p

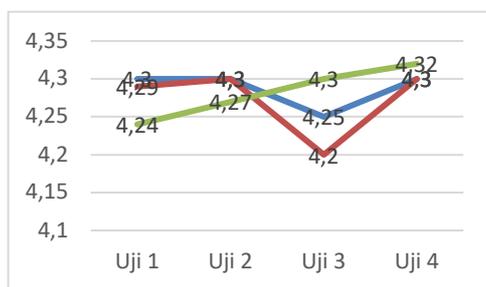
Pengujian dan pengukuran arduino uno ATmega328p dengan tujuan untuk mengetahui apakah arduino bisa berjalan baik dan sesuai untuk kebutuhannya. Pengukuran arduino uno ATmega328p ini dilakukan dalam beberapa tahapan pengukuran antara lain:

a. Pengujian Tegangan Arduino

Pada tahap ini dilakukan pada pengujian dan pengukuran input tegangan arduino yang dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada pin Vcc dan Gnd pada Arduino yang dilakukan sebanyak 4 kali pengujian dan masing masing 3 kali pengukuran. Gambar 16 menunjukkan gambar pengujian arduino dan Gambar 17 menunjukkan grafik pengujian pada arduino.



Gambar 16. Pengujian Arduino



Gambar 17. Grafik pengujian Arduino

2. Perhitungan Disipasi Daya
Disipasi daya adalah perubahan dari suatu tenaga mekanis atau listrik menjadi tenaga panas yang berupa per satuan waktu. Untuk mengukur dan menghitung kapabilitas disipasi daya pada IC regulator adalah dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_d = (V_{in} - V_{out}) I_{out}$$
$$P_d = (5\text{Volt} - 5\text{Volt}) \cdot 0,1\text{A} = 0\text{ W}$$

Dari hasil perhitungan disipasi daya menunjukkan IC regulator pada rangkaian sistem alat pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh sangat dianjurkan untuk digunakan. watt yang dihasilkan tidak melebihi aturan standarisasi pada tegangan maksimal yaitu 1,2 watt.

3. Pengukuran Suhu IC Regulator Arduino

Pada tahap ini dilakukan pengukuran suhu pada IC regulator arduino yang dilakukan dengan cara mengukur suhu IC regulator menggunakan alat pendeteksi suhu. Gambar 18 menunjukkan gambar pengukuran suhu ic regulator arduino.



Gambar 18. Pengukuran Suhu IC Regulator Arduino

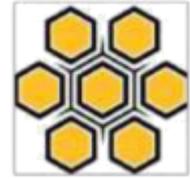
4. Pengukuran Arus Masing- Masing Sensor

Pada tahap ini dilakukan pengukuran arus yang digunakan pada keseluruhan sistem alat pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh dengan cara mengukur pada pin positif dan negatif. Gambar 19 menunjukkan gambar pengukuran arus masing-masing sensor.



Gambar 19. Pengukuran Arus masing-masing sensor

2. Pengujian Sensor MLX90614
Pada tahap ini dilakukan pengujian dan pengukuran input tegangan sensor



MLX90614 saat mendeteksi suhu dan tidak mendeteksi suhu yang dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada pin Vcc dan Gnd pada sensor MLX90614 saat aktif. Gambar 20 menunjukkan gambar pengujian sensor MLX90614.



Gambar 20. Pengujian Sensor MLX90614

3. Pengujian Sensor MAX30100

Pada tahap ini dilakukan pengujian dan pengukuran input tegangan sensor MAX30100 saat mendeteksi kadar oksigen dan tidak mendeteksi kadar oksigen yang dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada pin Vcc dan Gnd pada sensor MAX30100 saat aktif. Gambar 21 menunjukkan gambar pengujian sensor MAX30100.

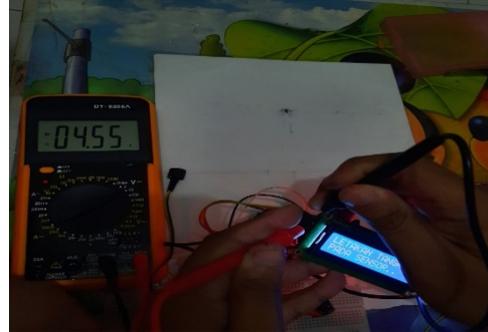


Gambar 21. Pengujian Sensor MAX30100

4. Pengujian Modul LCD

Pada tahap ini dilakukan pengujian dan pengukuran input tegangan LCD saat tidak mendeteksi suhu dan mendeteksi hasil output saat aktif yang dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada pin Vcc dan

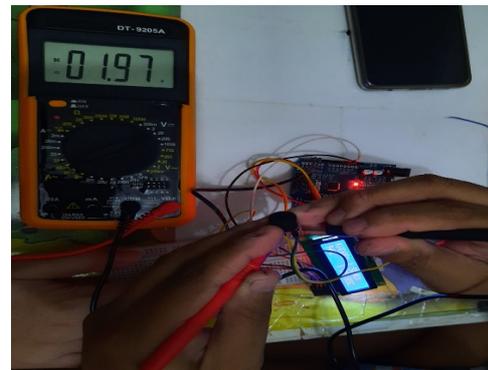
Gnd pada I2C. Gambar 22 menunjukkan gambar pengujian modul LCD.



Gambar 22. Penujian Modul LCD

5. Pengujian Modul Buzzer

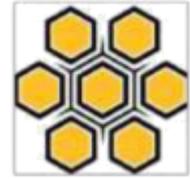
Pada tahap ini dilakukan pengujian dan pengukuran input tegangan modul Buzzer saat tidak aktif dan aktif berbunyi dengan cara mengukur tegangan pada pin Vcc dan Gnd pada modul Buzzer saat alat aktif. Gambar 23 menunjukkan gambar pengujian modul Buzzer.



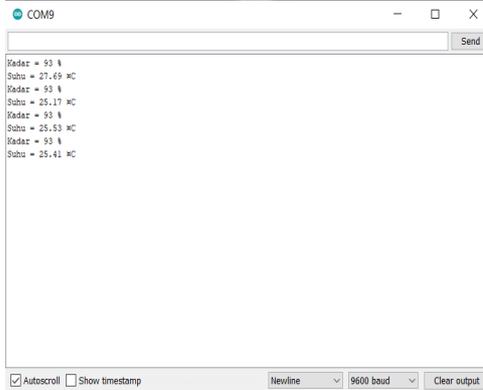
Gambar 23. Pengujian Modul Buzzer

B. Pengujian Pada Software

Pengujian pada pembuatan sistem pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh yang diuji menggunakan software arduino IDE beberapa tahapan pengujian antara lain yaitu Pengujian Sensor MAX30100 dan Sensor MLX90614 pada Serial Monitor Software IDE arduino pengujian ini diuji dengan menggunakan serial monitor pada software arduino dalam melakukan pengukuran hasil output yang



didapat dari sensor yang dipakai apakah sudah akurat dan sensor berjalan normal. Gambar 23 menunjukkan gambar pengujian alat pada serial monitor software Arduino.



Gambar 23. Pengujian Alat Pada Serial Monitor Software Arduino

C. Pengujian Kalibrasi Sensor MLX90614

Pada tahap ini dilakukan pengujian kalibrasi sensor dengan tujuan agar hasil baca alat ukur sensor yang dipakai yaitu sensor MLX90614 sesuai dengan hasil alat pada umumnya yaitu tahap kalibrasi yang disesuaikan dengan alat thermogun karena sebelumnya hasil yang didapatkan jauh diluar dari batas toleransi yaitu suhu kurang dari batas normal suhu tubuh manusia dan pada akhirnya dengan mengikuti acuan hasil ukur mendapatkan konstanta kalibrasi yang dapat digunakan yaitu:

$$Y = X + 5$$

Kalibrasi diperlukan untuk mengurangi terjadinya kesalahan dalam pengukuran pada alat yang dipakai dengan alat pada umumnya. Oleh karena itu dari hasil pengujian diperlukan penambahan nilai 5 agar keakuratan sensor yang dipakai bisa sesuai dengan alat ukur pada umumnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari perancangan dan pembuatan sistem pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh berbasis mikrokontroler. Maka dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat ini telah berhasil dijalankan sesuai tujuan awal perancangan dan pembuatan sistem pengukuran suhu dan kadar oksigen dalam tubuh berbasis mikrokontroler.
2. Sensor MAX30100 berjalan baik menentukan kadar oksigen dalam tubuh dengan tingkat akurasi 99%.
3. Sensor MLX90614 berjalan baik menentukan pengukuran suhu tubuh dengan tingkat akurasi 99%.

SARAN

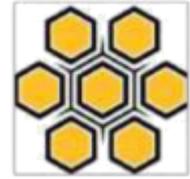
Dengan memperhatikan beberapa kekurangan dari alat ini diperlukan saran-saran yang membangun untuk nantinya alat ini akan dikembangkan lebih sempurna. Adapun beberapa saran yaitu:

1. Alat ini hanya menggunakan sebuah output LCD. Jika ingin dikembangkan output dapat menggunakan touchscreen LCD atau berbasis android dan website.
2. Jika ingin dikembangkan kemungkinan dapat ditambahkan sensor thermal Artificial Intelligence yang terkoneksi ke LCD TV.
3. Jika ingin dikembangkan kemungkinan dapat ditambahkan untuk mendeteksi detak jantung, tekanan darah, kadar gula, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al Fatta, H. 2007. Analisis Dan Perancangan Sistem Informatika.

<https://ejournal.stmikgici.ac.id/>
STMIK GICI



- Yogyakarta : Andi.
- [2] Andrianto, H. dan Darmawan, A. 2016. Arduino Belajar Cepat Dan Pemograman. Bandung : Informatika.
- [3] Anggraini, Dian. 2010. Aplikasi Mikrokontroler Atmega16 sebagai Pengontrol Sistem Lampu Jalan. Bandung : Jurnal Teknik Elektro.
- [4] Arief, Muhammad. 2016. Rancangan Teknik Industri. Yogyakarta : Deepublish.
- [5] Arthur C, Guyton, John E. Hall. 2012. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 12 Jakarta : EGC.
- [6] Asmadi. 2008. Teknik Prosedural Keperawatan Konsep dan Aplikasi Kebutuhan Dasar Klien. Jakarta : Penerbit Salemba.
- [7] Djojodibroto, Darmanto. 2009. Respirologi (respiratory medicine). Jakarta : EGC.
- [8] Hardana. 2018. Belajar Mudah Mikrokontroler ARMSTM32. Jakarta : PT. Mitra Sinergi Optima.
- [9] Hariyanto, Guruh. 2012. Rancang Bangun Oksimeter Digital Berbasis Mikrokontroler ATmega16, Surabaya : UNAIR.
- [10] Kadir, Abdul. 2018. Dasar Pemrograman Internet untuk Proyek Berbasis Arduino. Yogyakarta : Andi.
- [11] Purwanti, Endang. 2008. Asesmen Pembelajaran SD. Jakarta : Depdiknas.
- [12] Rohmattullah. 2015. Fungsi Catu Daya Secara Umum. Bandung : Telkom University.
- [13] Suleman, S. 2014. Rancangan Prototype Alat Pengukur Tinggi Muka Air Pada Bendungan. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [14] Sumardi. 2013. MIKROKONTROLER Belajar AVR Mulai Nol. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [15] Suprpto. 2008. Bahas Pemograman Untuk Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta : Direktorat Pembinaan SMK.