

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR SUHU TUBUH
MANUSIA DENGAN
*NON-CONTACT THERMOMETER***

Naskah Publikasi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat D3



Diajukan oleh:

Gusti Arya Dinata

20143010028

Kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTROMEDIK
PROGRAM VOKASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2017

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR SUHU TUBUH MANUSIA DENGAN NON-CONTACT THERMOMETER

Gusti Arya Dinata¹, Meilia Safitri², Desy Rahmasari³

Program Studi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183

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

E-mail : gusti.arya.2014@vokasi.umy.ac.id¹, meilia.safitri@vokasi.umy.ac.id²

ABSTRACT

The measurement of human body temperature is done using mercury based body thermometer. There are many kinds of body thermometer like non digital mercury thermometer and digital mercury thermometer. Mostly of the body temperature measuring methods need one until two minutes to acquire the value of body temperature. In this study a tool that could measure the temperature of human body with faster way without sacrificing the accuracy is build. The research is trying to build a tool that can be used to measure human body temperature in the fast and accurate way. Using infrared thermometer sensor made by Melexis MLX90614 series based on Arduino Nano and LCD OLED 128x64 as the informant is the way to make the idea realized. The research method used is comparing between non-contact thermometer with comparison device. This comparison device is a reference to get a high precision and accuracy value. Both devices take temperature measurement under the same conditions.

Key Words: Arduino Uno, Melexis MLX90614, Infrared, radiation of electromagnetic wave, temperature.

1. PENDAHULUAN

Panas dan suhu adalah dua hal yang berbeda. Panas adalah energi total dari gerak molekular di dalam zat, energi panas bergantung pada kecepatan partikel, jumlah partikel (ukuran atau massa), dan jenis partikel di dalam sebuah benda. Suhu adalah ukuran energi rata-rata dari gerak molekular di dalam zat. Secara sederhana suhu didefinisikan sebagai derajat panas atau dinginnya suatu benda [1].

Suhu tubuh merupakan salah satu tanda vital yang mempunyai arti sebagai indikasi adanya kegiatan organ-organ di dalam tubuh. Pemeriksaan tanda vital adalah suatu cara untuk mendeteksi adanya perubahan sistem tubuh. Pengkajian/pemeriksaan tanda vital digunakan untuk memantau perkembangan pasien dan mengetahui adanya kelainan pada tubuh dimanfaatkan sebagai salah satu penyokong dalam membantu menentukan diagnosa. Tindakan ini bukan hanya sekedar rutinitas tetapi merupakan tindakan pengawasan terhadap perubahan/gangguan sistem tubuh. Untuk mengetahui suhu tubuh diperlukan alat pengukur suhu yaitu termometer.

Pada umumnya termometer yang sering digunakan untuk mengukur suhu tubuh manusia terbagi menjadi 2 yaitu analog dan digital. Terdapat pula termometer yang menggunakan air raksa. Apabila tabung pecah, air raksa merupakan zat yang beracun bagi manusia. Pada umumnya termometer analog maupun digital sama-sama membutuhkan waktu pengukuran suhu dalam hitungan menit dan menimbulkan kekhawatiran terjadinya infeksi nosokomial karena adanya kontak langsung dengan tubuh. Sekitar 5-15% penderita yang dirawat di rumah sakit mengalami infeksi nosokomial. Bakteri *stafilokokus* dan *Vancomycin-Resistant Enterococci* (VRE) dapat berkembang penularannya lewat media alat kesehatan yang langsung digunakan perawat kepada pasien, seperti termometer. Para perawat melakukan pemeriksaan suhu tubuh pasien setiap pagi, siang, dan sore. Setiap pasien tidak mendapatkan termometer secara individual, sehingga dikhawatirkan bahwa bakteri dari satu pasien akan menyebar ke pasien lainnya melalui termometer [2].

Berdasarkan penelitian aplikasi sensor *passive infrared receiver* yang

dilakukan [3] dengan perancangan sistem masukan berupa sensor yang dihubungkan dengan catu daya. Penelitian ini mengukur pancaran (*coverage*) daya jangkauan sensor. Dengan meletakkan sensor pada suatu tempat yang tidak terhalang dengan suatu benda apapun, serta mengarahkan ke objek (manusia) yang akan dideteksi. Didapatkan hasil cakupan daya pancar sensor dengan berbagai variasi ketinggian diketahui bahwa pancaran maksimal berada pada ketinggian sensor 150 cm dari lantai. Jarak 500 cm merupakan titik terjauh untuk mendeteksi manusia.

Sebelumnya pernah dilakukan penelitian terkait dengan alat pengukur suhu tubuh manusia tanpa adanya kontak fisik oleh [4]. Dengan pengujian alat dilakukan pada 4 orang pasien dan dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali untuk setiap pasien. Data yang telah diperoleh akan dibandingkan dengan termometer digital yang sudah terkalibrasi. Alat tersebut masih menggunakan sistem digital sehingga *circuit board* kurang efisien dalam penggunaannya.

Di sini penulis ingin merancang dan membuat sebuah alat termometer jenis digital yang efisien dan dapat digunakan dalam dunia kesehatan maupun kalangan umum lainnya secara aman. Alat yang penulis buat ini menawarkan keuntungan yakni kemampuannya mendeteksi temperatur objek dalam hitungan detik dan tanpa kontak fisik, sehingga risiko kemungkinan terjadinya infeksi nosokomial lebih kecil dengan waktu pengukuran suhu yang lebih efisien. Penunjukan yang digunakan merupakan persamaan dari satuan nilai ukurnya langsung ditampilkan dalam bentuk angka atau digit, sehingga lebih mudah diamati dan tingkat ketelitian juga lebih baik. Pengukuran suhu dilakukan melalui energi sinar infra merah dari target yang kemudian dapat digambarkan dalam bentuk suhu. Sebelumnya pernah dilakukan penelitian terkait dengan alat pengukur suhu tubuh manusia tanpa adanya kontak fisik, dimana alat tersebut masih menggunakan sistem digital dengan *circuit board* yang kurang efisien dalam penggunaannya, sehingga mendorong penulis untuk

merancang dan membuat alat pengukur suhu tubuh manusia tanpa kontak fisik berbasis Arduino.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

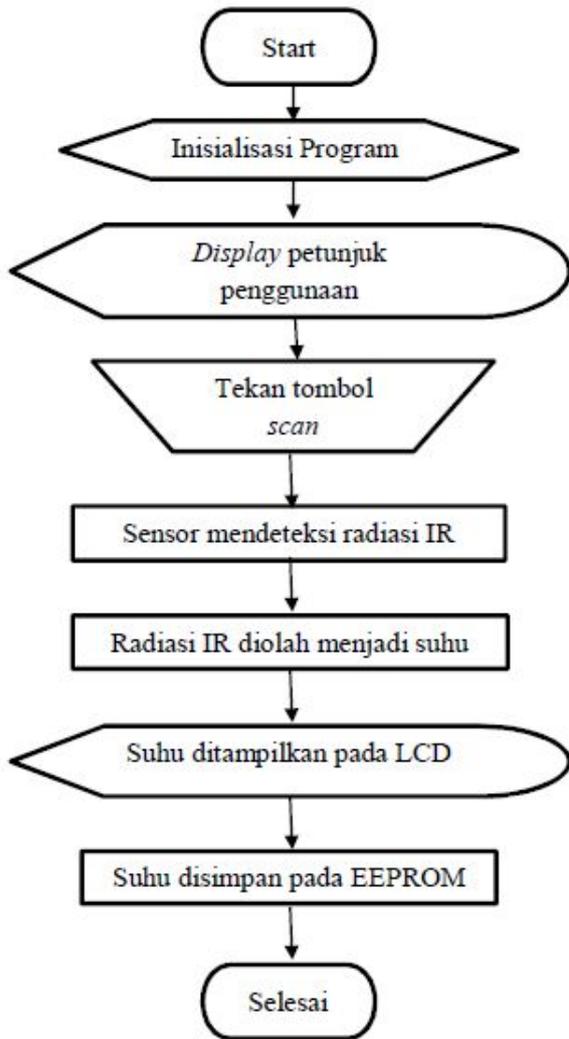
Alat yang digunakan adalah osiloskop, solder, laptop, *software* proteus, adaptor, *tool set*, multimeter, bor, *attractor*, mata bor, pemanas air, spidol permanen, setrika, dan *holder* solder.

Bahan dalam penelitian ini adalah sensor MLX90614, PCB, saklar on/off, arduino nano v3, LCD OLED 128x64, baterai 3,7 V, *holder* baterai, push button, resistor, led RGB, transistor, pin *header*, tenol, FeCl, amplas, kabel.

2.2 Komunikasi I2C

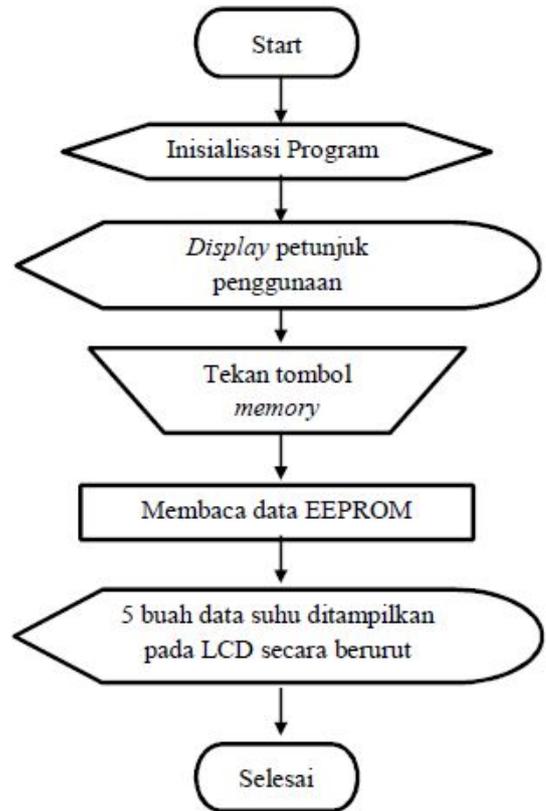
Komunikasi I2C (*Inter-Integrated Circuit*) dilapalkan dengan “I Squared C” adalah komunikasi *synchronous* yaitu protokol yang didesain untuk mempermudah komunikasi antar komponen pada rangkaian karena I2C hanya membutuhkan dua jalur kabel yaitu, serial *clock* (SCL) dan serial data (SDA). Serial *clock* (SCL) merupakan jalur *clock* yang berfungsi untuk menyinkronkan data transfer antara master dan *slave* dalam I2C dengan memberikan pulsa *clock* interval pengiriman data, sedangkan serial data (SDA) merupakan jalur komunikasi data dua arah berfungsi memuat data yang akan dikirimkan antar kedua perangkat tersebut. Serial *clock* (SCL) dan serial data (SDA) dihubungkan ke seluruh komponen dalam I2C. Kedua kabel, kabel data (SDA) dan kabel *clock* (SCL), harus di *Pull-UP* dengan resistor eksternal.

Selain kedua jalur tersebut masih ada jalur ketiga yaitu *ground* dan jalur VCC yang berfungsi untuk menghidupkan perangkat komponen. Perangkat percobaan yang dipakai terdiri dari sensor thermopile MLX90614, arduino nano V3 dan LCD OLED 128x64 [5]. Adapun diagram alir dari perancangan perangkat dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar.1 Diagram Alir (flow chart) Scanning.

Saat tombol power ditekan, tegangan akan masuk ke semua rangkaian. Setelah itu Arduino Nano akan mulai melakukan inisialisasi program kemudian menampilkan petunjuk penggunaan alat pada display LCD OLED. Terdapat dua tombol pada alat yaitu tombol scan dan tombol memory. Pada saat tombol scan ditekan maka sensor akan mendeteksi radiasi infra merah yang dipancarkan oleh objek. Data yang diperoleh dari sensor akan diolah menjadi besaran suhu oleh Arduino Nano kemudian ditampilkan pada display LCD OLED dan sekaligus akan disimpan pada memori internal (EEPROM) Arduino Nano.



Gambar.2 Diagram Alir (flow chart) Memory

Pengguna dapat melihat data sebelumnya yang telah diukur sebanyak 5 buah suhu dengan menekan tombol memory. Pada saat tombol memory ditekan maka Arduino Nano akan membaca data yang telah tersimpan di EEPROM untuk ditampilkan kembali pada display LCD OLED.

Berdasarkan *datasheet* dari pabrik pembuat sensor MLX 90614, jenis sensor yang dipakai pada penelitian ini bekerja pada tegangan masukan sebesar 3,3 Volt. Sensor ini memiliki 4 kaki seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Sensor MLX90614

Kaki VCC dihubungkan ke pin tegangan 3,3 Volt Arduino, kaki SCL (serial clock) dihubungkan ke pin input A5, kaki SDA (serial data) dihubungkan ke pin input A4 dan kaki *ground* dihubungkan ke pin *ground* pada Arduino. Setelah semua kaki sensor terpasang dengan baik selanjutnya pemrograman arduino dilakukan. Hal yang penting diperhatikan adalah sebelum memulai pemrograman harus memasukkan *library* dari spesifikasi sensor ini ke dalam perangkat lunak Arduino. *Library* ini dinamakan I2C master. I2C adalah singkatan dari *inter-integrated circuit* yang merupakan suatu protokol dalam komunikasi data. Setelah *library* ini terpasang, barulah sintaks pemrograman dijalankan. Hasil keluaran arduino dalam *serial panel* menunjukkan angka pembacaan suhu oleh sensor [6].

- Pengujian Suhu Tubuh Manusia Dengan Jarak Yang Berbeda

Pada pengujian tahap pertama dilakukan pada partisipan dengan keterangan bahwa partisipan berada dalam kondisi yang sehat. Pengukuran suhu dilakukan dengan meletakkan alat di depan dahi partisipan dengan jarak yang berbeda-beda yaitu dari 1 cm sampai dengan 4 cm. Alat yang dibuat dibandingkan dengan termometer *infrared* pabrikan produksi HUBDIC tipe FS300.

- Pengujian Suhu Tubuh Manusia Berdasarkan Usia

Pada pengujian tahap kedua dilakukan pada 5 orang dewasa dan 5 orang remaja/anak-anak serta dengan keterangan bahwa partisipan berada dalam kondisi yang sehat. Pengukuran suhu dilakukan dengan meletakkan alat di depan dahi partisipan dengan jarak 3 cm. Alat yang dibuat dibandingkan dengan termometer *infrared* pabrikan produksi DOTORY buatan Korea.

- Pengujian Suhu Pada Bagian Lengan Manusia

Pada pengujian tahap ketiga dilakukan pada 5 nara coba dengan keterangan bahwa partisipan berada dalam kondisi yang sehat. Pengukuran suhu dilakukan dengan meletakkan alat di bagian

lengan partisipan dengan jarak 3 cm. Alat yang dibuat dibandingkan dengan termometer digital pabrikan produksi Serenity tipe MT-B132F.

- Pengujian Suhu Air

Pada pengujian tahap keempat, pengambilan data dilakukan pada air yang dihangatkan dengan mengambil data pada 5 titik suhu yang berbeda yaitu 36°C, 37°C, 38°C, 39°C, dan 40°C. Pengambilan data suhu dilakukan menggunakan 2 buah alat pengukur suhu yaitu termometer *infrared* dari pabrikan produksi DOTORY dan alat pengukur suhu yang menggunakan inframerah berbasis Arduino Nano V3. Termometer *infrared* bertindak sebagai pembanding hasil pembacaan suhu.

2.3 Metodologi Penelitian

- Presisi dan Akurasi

Presisi menggambarkan keseragaman dan pengulangan pada pengukuran. Presisi merupakan derajat keunggulan, pada performa dari suatu operasi atau teknik yang digunakan untuk mendapatkan hasil. Presisi mengukur tingkat yang mana hasilnya mendekati satu sama lain, yaitu ketika pengukuran berkerumun bersama-sama. Oleh karena itu, semakin tinggi level presisi semakin kecil variasi antar pengukuran. Contohnya presisi adalah ketika satu titik yang sama ditembak, lagi dan lagi, yang mana titik yang tepat bukan hal yang penting [7]. Untuk mendapatkan presisi yang tinggi digunakan persamaan sebagai berikut [5]:

$$\text{Presisi} = 100\% \left(1 - \frac{3\sigma}{\bar{X}}\right) \quad (2.1)$$

Dengan:

σ = standar deviasi

\bar{X} = nilai rata-rata

X_{Benar} = nilai sebenarnya

Dengan istilah akurasi, dimaksudkan derajat pemenuhan terhadap pengukuran standar, yaitu yang mana menjangkau pengukuran aktual mendekati ukuran standar (tepat sasaran). Akurasi mengukur ketepatan dan kemiripan hasil pada waktu yang sama

dengan membandingkannya terhadap nilai absolut. Oleh karena itu, semakin mendekati ukurannya, semakin tinggi level akurasi. Hal itu tergantung secara utama pada caranya data dikumpulkan [7]. Untuk mendapatkan akurasi yang baik digunakan persamaan berikut [5]:

$$Akurasi = 100\% \left(1 - \frac{Bias+3\sigma}{x_{Bematr}}\right) \quad (2.2)$$

$$Bias = x_{Bematr} - \bar{X} \quad (2.3)$$

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

- Pengujian Suhu Tubuh Manusia Dengan Jarak Yang Berbeda

Pengukuran suhu dilakukan dengan meletakkan alat di depan dahi partisipan dengan jarak yang berbeda-beda yaitu dari 1 cm sampai dengan 4 cm. Alat yang dibuat dibandingkan dengan termometer *infrared* pabrikan produksi HUBDIC tipe FS300.

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu tubuh manusia dari jarak 1 – 4 cm.

Jarak	Termometer <i>Infrared</i> Pemanding (°C)	Pembacaan Pada Alat TA (°C)	Selisih
1 cm	36,4	36,65	0,25
	36,5	36,39	0,11
	36,6	36,57	0,03
	36,5	36,72	0,22
	36,5	36,48	0,02
Rata-Rata	36,5	36,56	0,06
2 cm	36,4	36,29	0,11
	36,5	36,54	0,04
	36,6	36,54	0,06
	36,7	36,57	0,13
	36,6	36,5	0,1
Rata-Rata	36,56	36,49	0,07
3 cm	36,6	36,57	0,03
	36,6	35,9	0,7
	36,6	36,14	0,46
	36,6	36,29	0,31
	36,6	35,9	0,7
Rata-Rata	36,6	36,16	0,44
4 cm	36,5	35,66	0,84
	36,6	35,41	1,19
	36,5	35,45	1,05
	36,6	35,51	1,09
	36,6	35,64	0,96
Rata-Rata	36,56	35,53	1,03

Pada Tabel 1. didapatkan nilai batas kesalahan terbesar pada pengukuran suhu

tubuh di bagian dahi dengan jarak 4 cm dan dibandingkan dengan termometer *infrared* pabrikan adalah 1,19°C. Nilai batas kesalahan terkecilnya pada pengukuran suhu tubuh di depan dahi dengan jarak 1 cm didapatkan sebesar 0,02°C. Nilai rerata batas kesalahan terbesarnya terdapat pada jarak 4 cm didapatkan sebesar 1,03°C, sedangkan rerata batas kesalahan terkecilnya terdapat pada jarak 1 cm didapatkan sebesar 0,06°C.

Nilai pengukuran suhu tubuh tertinggi manusia yang di dapat oleh termometer *infrared* pabrikan pada bagian dahi sebesar 36,7°C yang terdapat pada jarak 2 cm. Untuk nilai pengukuran suhu tubuh tertinggi manusia yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah pada bagian dahi sebesar 36,72°C yang terdapat pada jarak 1 cm.

Nilai pengukuran suhu tubuh terendah manusia yang di dapat oleh termometer *infrared* pabrikan pada bagian dahi sebesar 36,4°C yang terdapat pada jarak 1 cm. Untuk nilai pengukuran suhu tubuh terendah manusia yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah pada bagian dahi sebesar 35,41°C yang terdapat pada jarak 4 cm.

Tabel 2. Nilai presisi dan akurasi alat TA pada setiap jarak

Jarak	Error(%)	Presisi(%)	Akurasi(%)
1 cm	0,17	98,20	98,03
2 cm	0,20	98,45	98,24
3 cm	1,20	96,09	94,92
4 cm	2,81	98,42	95,67

Pada Tabel 2 diperoleh bahwa nilai presisi yang paling tinggi pada jarak 2 cm yakni 98,45% dan presisi yang rendah terlihat pada jarak 3 cm yakni 96,09%. Nilai akurasi yang paling tinggi pada jarak 2 cm yakni 98,24% dan akurasi yang paling rendah pada jarak 4 cm yakni 95,67%. Diketahui bahwa nilai *error* yang paling tinggi pada jarak 4 cm yakni 2,81% dan *error* yang rendah terlihat pada jarak 1 cm yakni 0,17%.

Setelah dilakukannya pengujian dengan jarak 1- 4 cm didapatkan bahwa hasil pengukuran suhu pada jarak 1 – 3 cm oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah mempunyai selisih di bawah 1°C

dengan termometer *infrared*, sedangkan pada jarak 4 cm mempunyai selisih di atas 1°C. Dengan demikian dapat diketahui jarak objek dengan alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah mempengaruhi hasil pengukuran dimana sensor memiliki *field of view* (FOV) sebesar 35°C yang hanya mampu membaca secara akurat pada kisaran jarak 3 cm. Jika pengukuran dengan jarak lebih dari 3 cm maka FOV sensor akan mendeteksi objek lain pada daerah baca lapang pandangnya dan menimbulkan *disturbance* (gangguan) yang mengakibatkan ketidakakuratan pada pengukuran suhu.

- Pengujian Suhu Tubuh Manusia Berdasarkan Usia

Pada pengujian ini dilakukan pada 5 orang dewasa dan 5 orang remaja/anak-anak dalam kondisi yang sehat. Pengukuran suhu dilakukan dengan meletakkan alat di depan dahi partisipan dengan jarak 3 cm kemudian dibandingkan dengan termometer *infrared* pabrikan produksi DOTORY buatan Korea. Tabel 3. Hasil pengukuran suhu manusia dengan usia ≥ 20 tahun

Usia	Termometer <i>Infrared</i> Pemanding (°C)	Pembacaan Pada Alat TA (°C)	Selisih
23	36,6	36,25	0,35
	36,4	36,64	0,24
	37	36,43	0,57
	36,2	36,19	0,01
	36,4	36,35	0,05
Rata-Rata	36,52	36,37	0,24
21	36,3	36,54	0,24
	36,5	36,43	0,07
	36,4	36,14	0,26
	36,4	36,11	0,29
	36,5	36,03	0,47
Rata-Rata	36,42	36,25	0,27
20	36,5	36,8	0,3
	36,6	36,86	0,26
	36,7	36,86	0,16
	36,7	36,94	0,24
	36,5	36,75	0,25
Rata-Rata	36,6	36,84	0,24
21	36,7	36,14	0,56
	36,6	36,01	0,59
	36,7	36,22	0,48
	36,7	36,22	0,48
	36,6	36,33	0,27
Rata-Rata	36,66	36,18	0,48

Usia	Termometer <i>Infrared</i> Pemanding (°C)	Pembacaan Pada Alat TA (°C)	Selisih
20	36,4	36,59	0,19
	36,6	36,43	0,17
	36,3	36,8	0,50
	36,4	36,48	0,08
	36,3	36,54	0,24
Rata-Rata	36,4	36,57	0,24

Dari data pengukuran suhu tubuh manusia dengan usia ≥ 20 tahun pada Tabel 3 didapatkan nilai batas kesalahan terbesar pada pengukuran suhu tubuh di bagian dahi dengan jarak 3 cm dan dibandingkan dengan termometer *infrared* pabrikan adalah 0,59°C dan nilai batas kesalahan terkecilnya didapatkan sebesar 0,01°C. Nilai rerata batas kesalahan terbesarnya terdapat pada nomor 4 didapatkan sebesar 0,48°C, sedangkan rerata batas kesalahan terkecilnya terdapat pada nomor 1, 3, dan 5 didapatkan sebesar 0,24°C.

Nilai pengukuran suhu tubuh tertinggi manusia dengan usia ≥ 20 tahun yang di dapat oleh termometer *infrared* pabrikan pada bagian dahi sebesar 37°C yang terdapat pada data partisipan nomor 1. Untuk nilai pengukuran suhu tubuh tertinggi manusia dengan usia ≥ 20 tahun yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah pada bagian dahi dengan jarak 3 cm sebesar 36,94°C yang terdapat pada data partisipan nomor 3.

Nilai pengukuran suhu tubuh terendah manusia dengan usia ≥ 20 tahun yang di dapat oleh termometer *infrared* pabrikan pada bagian dahi sebesar 36,2°C yang terdapat pada data partisipan nomor 1. Untuk nilai pengukuran suhu tubuh terendah manusia dengan usia ≥ 20 tahun yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah pada bagian dahi dengan jarak 3 cm sebesar 36,01°C yang terdapat pada data partisipan nomor 4.

Tabel 4. Nilai presisi dan akurasi alat TA pada usia ≥ 20 tahun

No.	Error(%)	Presisi(%)	Akurasi(%)
1.	0,67	97,58	97,19
2.	0,73	96,94	96,49
3.	0,66	99,03	98,36
4.	1,30	98,36	97,09
5.	0,65	98,04	97,57

Pada Tabel 4 diperoleh bahwa nilai presisi yang paling tinggi terdapat pada nomor 3 yakni 99,03% dan presisi yang rendah terlihat pada nomor 2 yakni 96.94%. Nilai akurasi yang paling tinggi pada nomor 3 yakni 98,36% dan akurasi yang paling rendah pada nomor 2 yakni 96.49%. Diketahui bahwa nilai *error* yang paling tinggi pada nomor 4 yakni 1,30% dan *error* yang rendah terlihat pada nomor 5 yakni 0,65%.

Tabel 5. Hasil pengukuran suhu manusia dengan usia <20 tahun

Usia	Termometer Infrared Pemanding (°C)	Pembacaan Pada Alat TA (°C)	Selisih
14	36	35,26	0,74
	36,1	35,21	0,89
	36	35,13	0,87
	36	35,05	0,95
	36	35,23	0,77
	36,02	35,18	0,84
14	36,1	35,85	0,25
	36	36,01	0,01
	36,3	35,82	0,48
	36,1	35,5	0,6
	36,1	36,22	0,12
	36,12	35,88	0,29
15	36,2	35,93	0,27
	36,1	35,66	0,44
	36,2	35,9	0,3
	36,1	35,85	0,25
	36,3	35,82	0,48
	36,18	35,83	0,35
7	35,5	34,54	0,96
	35	34,35	0,65
	35,1	34,22	0,88
	35,1	34,14	0,96
	35	34,27	0,73
	35,14	34,30	0,84
10	36,4	36,03	0,37
	36,5	36,19	0,31
	36,6	35,87	0,73
	36,4	35,5	0,9
	36,6	35,71	0,89
	36,50	35,86	0,64

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan nilai batas kesalahan terbesar pada pengukuran suhu tubuh 5 dengan usia <20 tahun di bagian dahi dengan jarak 3 cm dan dibandingkan dengan termometer *infrared* pabrikan adalah 0,96°C. Nilai batas kesalahan terkecilnya pada pengukuran suhu tubuh di depan dahi dengan jarak 3 cm didapatkan sebesar 0,01°C. Nilai rerata batas kesalahan terbesarnya terdapat pada nomor 1 dan 4 didapatkan sebesar 0,84°C, sedangkan

rerata batas kesalahan terkecilnya terdapat pada nomor 2 didapatkan sebesar 0,29°C.

Nilai pengukuran suhu tubuh tertinggi manusia dengan usia <20 tahun yang di dapat oleh termometer *infrared* pabrikan pada bagian dahi sebesar 36,6°C yang terdapat pada data partisipan nomor 5. Untuk nilai pengukuran suhu tubuh tertinggi manusia dengan usia <20 tahun yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah pada bagian dahi dengan jarak 3 cm sebesar 36,22°C yang terdapat pada data partisipan nomor 2.

Nilai pengukuran suhu tubuh terendah manusia dengan usia <20 tahun yang di dapat oleh termometer *infrared* pabrikan pada bagian dahi sebesar 35,0°C yang terdapat pada data partisipan nomor 4. Untuk nilai pengukuran suhu tubuh terendah manusia dengan usia <20 tahun yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah pada bagian dahi dengan jarak 3 cm sebesar 34,14°C yang terdapat pada data partisipan nomor 4.

Tabel 6. Nilai presisi dan akurasi alat TA pada usia <20 tahun

No.	Error(%)	Presisi(%)	Akurasi(%)
1.	2,34	98,79	96,47
2.	0,81	96,30	95,66
3.	0,96	98,53	97,57
4.	2,38	97,78	95,60
5.	1,75	96,25	94,50

Pada Tabel 6 diperoleh bahwa nilai presisi yang paling tinggi terdapat pada nomor 1 yakni 98,79% dan presisi yang rendah terlihat pada nomor 5 yakni 96.25%. Nilai akurasi yang paling tinggi pada nomor 3 yakni 97,57% dan akurasi yang paling rendah pada nomor 5 yakni 94.50%. Diketahui bahwa nilai *error* yang paling tinggi pada nomor 4 yakni 2,38% dan *error* yang rendah terlihat pada nomor 2 yakni 0,81%.

Setelah dilakukannya pengujian pada usia ≥ 20 tahun dan <20 tahun didapatkan bahwa hasil pengukuran suhu antara alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah dengan termometer *infrared* tidak ditemukan selisih di atas 1°C. Diketahui bahwa suhu pada setiap partisipan baik dalam usia ≥ 20 tahun dan <20 tahun

mempunyai suhu yang berbeda-beda yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kecepatan metabolisme, hormon tiroid, status gizi, aktivitas, stres, dan lingkungan.

- Pengujian Suhu Pada Bagian Lengan Manusia

Pada pengujian ini dilakukan pada 5 partisipan dalam kondisi yang sehat. Pengukuran suhu dilakukan dengan meletakkan alat di bagian lengan partisipan dengan jarak 3 cm. Alat yang dibuat dibandingkan dengan termometer digital pabrikan produksi Serenity tipe MT-B132F.

Tabel 7. Hasil pengukuran suhu pada bagian lengan manusia

No.	Nama	Termometer Digital Pemandang (°C)	Pembacaan Pada Alat TA (°C)	Selisih
1.	Zaipul Rahmat	34,7	36,54	1,84
		34,7	35,73	1,03
		34,8	34,65	0,15
		34,8	35,6	0,8
		35,1	35,75	0,65
Rata-Rata		34,82	35,65	0,83
2.	M. Khairul Huda	34,3	34,31	0,01
		34,3	34,57	0,27
		34,5	34,24	0,26
		34,8	35,1	0,3
		34,6	34,48	0,12
Rata-Rata		34,5	34,54	0,04
3.	Sultan Al Badrul M.	34	34,48	0,48
		34,2	35,32	1,12
		34,4	34,89	0,49
		34,5	34,87	0,37
		34,6	36,54	1,94
Rata-Rata		34,34	35,22	0,88
4.	Nur Cholis	35,1	35,66	0,56
		35,3	36,16	0,86
		35,5	36,14	0,64
		35,5	35,88	0,38
		35,3	35,88	0,58
Rata-Rata		35,34	35,94	0,60
5.	Agus Lim	35,7	35,81	0,11
		35,8	36,37	0,57
		35,7	36,48	0,78
		35,7	36,14	0,44
		35,8	36,46	0,66
Rata-Rata		35,74	36,25	0,51

Pada Tabel 7 didapatkan nilai batas kesalahan terbesar yang dibandingkan dengan termometer digital pabrikan adalah 1,94°C, sedangkan nilai batas kesalahan terkecilnya didapatkan sebesar 0,01°C. Nilai rerata batas kesalahan terbesarnya terdapat pada nomor 3 didapatkan sebesar 0,88°C ,

sedangkan rerata batas kesalahan terkecilnya terdapat pada nomor 2 didapatkan sebesar 0,04°C.

Nilai pengukuran suhu tertinggi pada bagian lengan manusia yang di dapat oleh termometer digital pabrikan sebesar 35,8°C yang terdapat pada data partisipan nomor 5. Untuk nilai pengukuran suhu tertinggi pada bagian lengan manusia yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah sebesar 36,54°C yang terdapat pada data partisipan nomor 1 dan 3.

Nilai pengukuran suhu terendah pada bagian lengan manusia yang di dapat oleh termometer digital pabrikan sebesar 34,0°C yang terdapat pada data partisipan nomor 3. Untuk nilai pengukuran suhu terendah pada bagian lengan manusia yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah sebesar 34,24°C yang terdapat pada data partisipan nomor 2.

Tabel 8. Nilai presisi dan akurasi alat TA berdasarkan pengukuran suhu pada bagian lengan manusia

No.	Error(%)	Presisi(%)	Akurasi(%)
1.	2,40	90,56	87,94
2.	0,12	95,09	94,96
3.	2,56	88,71	85,85
4.	1,71	97,10	95,34
5.	1,43	96,12	94,63

Pada Tabel 8 diperoleh bahwa nilai presisi yang paling tinggi terdapat pada nomor 4 yakni 97,10% dan presisi yang rendah terlihat pada nomor 3 yakni 88,71%. Nilai akurasi yang paling tinggi pada nomor 4 yakni 95,34% dan akurasi yang paling rendah pada nomor 3 yakni 85,85%. Diketahui bahwa nilai *error* yang paling tinggi pada nomor 3 yakni 2,56% dan *error* yang rendah terlihat pada nomor 2 yakni 0,12%.

Setelah dilakukannya pengujian pada bagian lengan manusia didapatkan bahwa hasil pengukuran suhu oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah terdapat selisih di atas 1°C dengan termometer *infrared*. Dengan demikian dapat diketahui alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah tidak dianjurkan melakukan pengukuran suhu pada bagian

lekan, melainkan lebih dianjurkan melakukan pengukuran suhu pada bagian kening karena kulit kening menutupi arteri temporal, yang mengangkut darah dari jantung. Karena itulah, kening menjadi tempat ideal untuk mengukur suhu inti.

- Pengujian Suhu Air

Pengambilan data dilakukan pada air yang dihangatkan dengan mengambil data pada 5 titik suhu yang berbeda yaitu 36°C, 37°C, 38°C, 39°C, dan 40°C. Pengambilan data suhu dilakukan menggunakan 2 buah alat pengukur suhu yaitu termometer *infrared* dari pabrikan produksi DOTORY dan alat pengukur suhu yang menggunakan infra merah berbasis Arduino Nano V3. Termometer *infrared* bertindak sebagai pembanding hasil pembacaan suhu.

Tabel 9. Hasil pengukuran suhu air dengan 5 titik suhu yang berbeda

No.	Termometer <i>Infrared</i> Pembanding (°C)	Pembacaan Pada Alat TA (°C)					Rata-Rata	Selisih
1.	36	36,00	35,98	36,32	35,58	35,90	35,96	0,04
2.	37	37,50	37,18	37,42	36,91	37,27	37,26	0,26
3.	38	38,11	38,16	38,11	37,60	37,66	37,93	0,07
4.	39	38,78	38,75	39,20	39,28	38,75	38,95	0,05
5.	40	40,40	40,38	40,14	39,74	39,92	40,12	0,12

Berdasarkan Tabel 9. didapatkan nilai batas kesalahan terbesar pada pengukuran suhu air dengan jarak 3 cm dan dibandingkan dengan termometer *infrared* pabrikan adalah 0,26°C dan nilai batas kesalahan terkecilnya didapatkan sebesar 0,04°C.

Tabel 10. Nilai presisi dan akurasi alat TA pada tiap titik pengukuran

Suhu (°C)	Error(%)	Presisi(%)	Akurasi(%)
36	0,11	96,32	96,22
37	0,70	96,91	97,59
38	0,18	96,39	96,22
39	0,13	96,60	96,48
40	0,30	96,42	96,71

Pada Tabel 10 diperoleh bahwa nilai presisi yang paling tinggi terdapat pada nomor 2 yakni 96,91% dan presisi yang paling rendah terlihat pada nomor 1 yakni 96,32%. Nilai akurasi yang paling tinggi terdapat pada nomor 2 yakni 97,59% dan

nilai akurasi yang paling rendah terdapat pada nomor 1 dan 3 yakni 96,22%. Diketahui bahwa nilai *error* yang paling tinggi pada nomor 2 yakni 0,70% dan *error* yang rendah terlihat pada nomor 1 yakni 0,11%.

Setelah dilakukannya pengujian pada air dengan titik suhu dari 36 – 40 °C didapatkan bahwa hasil pengukuran suhu oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah mempunyai selisih di bawah 1°C dengan termometer *infrared*. Dengan demikian dapat diketahui alat pengukur suhu tubuh menggunakan infra merah menghasilkan pengukuran suhu yang cukup baik pada setiap perubahan suhu 1°C dari suhu 36 – 40 °C.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian alat pengukur suhu tubuh tanpa kontak fisik menggunakan inframerah ini, penulis dapat menarik kesimpulan yaitu dalam pengujian suhu tubuh manusia dengan jarak dari 1-4 cm diperoleh nilai presisi yang paling tinggi pada jarak 2 cm yakni 98,45% dan presisi yang rendah terlihat pada jarak 3 cm yakni 96,09%. Nilai akurasi yang paling tinggi pada jarak 2 cm yakni 98,24% dan akurasi yang paling rendah pada jarak 4 cm yakni 95,67%. Nilai *error* yang paling tinggi pada jarak 4 cm yakni 2,81% dan *error* yang rendah pada jarak 1 cm yakni 0,17%.

Dalam pengujian suhu tubuh manusia pada usia ≥ 20 tahun diperoleh nilai presisi yang paling tinggi yakni 99,03% dan presisi yang rendah yakni 96,94%. Nilai akurasi yang paling tinggi yakni 98,36% dan akurasi yang paling rendah yakni 96,49%. Nilai *error* yang paling tinggi yakni 1,30% dan *error* yang rendah yakni 0,65%.

Dalam pengujian suhu tubuh manusia pada usia < 20 tahun diperoleh nilai presisi yang paling tinggi yakni 98,79% dan presisi yang rendah yakni 96,25%. Nilai akurasi yang paling tinggi yakni 97,57% dan akurasi yang paling rendah yakni 94,50%. Nilai *error* yang paling tinggi yakni 2,38% dan *error* yang rendah yakni 0,81%.

Dalam pengujian suhu tubuh manusia pada bagian lengan diperoleh nilai presisi

yang paling tinggi yakni 97,10% dan presisi yang rendah yakni 88,71%. Nilai akurasi yang paling tinggi yakni 95,34% dan akurasi yang paling rendah yakni 85,85%. Nilai *error* yang paling tinggi pada nomor 3 yakni 2,56% dan *error* yang rendah terlihat pada nomor 2 yakni 0,12%.

Dalam pengujian suhu air dengan 5 titik pengukuran suhu yang berbeda diperoleh nilai presisi yang paling tinggi yakni 96,91% dan presisi yang paling rendah yakni 96,32%. Nilai akurasi yang paling tinggi yakni 97,59% dan nilai akurasi yang paling rendah yakni 96,22%. Nilai *error* yang paling tinggi yakni 0,70% dan *error* yang rendah yakni 0,11%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zulfa, "Pengukuran Suhu Menggunakan Termometer Inframerah," Pekanbaru, 2009.
- [2] N. Kiswandani, "Hasil Telusur Penurunan Jumlah Stafilocokus pada Thermometer Axilla," pp. 2–3, 2014.
- [3] B. Arifin, "Aplikasi Sensor Passive Infra Red (PIR) Untuk Pendeteksian Makhluk Hidup Dalam Ruang," no. 2011, pp. 39–44, 2013.
- [4] J. D. Hefika, "Termometer Infrared NON Body Contact," Surabaya, 2010.
- [5] J. Steven, D. Zebua, M. S. Suraatmadja, and A. Qurthobi, "PERANCANGAN TERMOMETER DIGITAL TANPA SENTUHAN MLX90164 Infrared Temperature Sensor Arduino Uno R3," p. 5, 2016.
- [6] N. P. Y. N, J. Pebralia, and Y. Citra, "Studi Penerapan Sensor MLX90614 Sebagai Pengukur Suhu Tinggi secara Non-kontak Berbasis Arduino dan Labview," vol. 2015, no. Snips, p. 90, 2015.
- [7] ApaPerbedaan.com, "Perbedaan Akurasi dan Presisi," www.apaperbedaan.com, 2017. [Online]. Available: <http://apaperbedaan.com/akurasi-dan-presisi/>. [Accessed: 20-Jun-2017].