|  |  |
| --- | --- |
| **INFO ARTIKEL** | **ABSTRAK (10 pt)** |
| **Alamat Web Artikel:**(diisi oleh pengelola jurnal)**DOI:**(diisi oleh pengelola jurnal)**Data Artikel:**Diterima:(diisi oleh pengelola jurnal)Direview:(diisi oleh pengelola jurnal)Direvisi :(diisi oleh pengelola jurnal)Disetujui :(diisi oleh pengelola jurnal)**Korespondensi:** (abdulhariskuspranoto@polbitrada.ac.id) | *Pada masa pandemik sekarang ini, dampak menularnya Covid-19 membuat Indonesia menjadi negara yang lebih kacau. Pemerintah Indonesia menerbitkan protokol kesehatan seperti pemeriksaan suhu tubuh. Umumnya ditempat keramaian pemeriksaan suhu tubuh menggunakan thermometer gun dan membutuhkan operator untuk mengoperasikannya sehingga dinilai cukup rawan menularkan dari orang yang terjangkit kepada operator atau sebaliknya. Penggunaan sensor MLX90614 menjadi salah satu opsi dalam mengembangkan termometer jenis ini. Dalam penelitian ini telah dirancang sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengukur suhu manusia dengan nilai pembacaan yang akurat menggunakan sensor MLX90614 yang dipadukan dengan ESP32-CAM serta LCD TFT. Hasil rata-rata pengukuran pada jarak 3 cm mempunyai galat sebesar 0,58%, hasil rerata pengukuran pada jarak 5 cm mempunyai galat sebesar 1,62%, hasil rerata pengukuran pada jarak 7 cm mempunyai galat sebesar 1,67%, hasil rerata pengukuran pada jarak 9 cm mempunyai galat sebesar 2,33%, hasil rerata pengukuran pada jarak 11 cm mempunyai galat sebesar 2,44%, hasil rerata pengukuran pada jarak 13 cm mempunyai galat sebesar 2,64%, dan hasil rerata pengukuran pada jarak 15 cm mempunyai galat sebesar 2,83%. Dari sistem ini diketahui bahwa semakin jauh jarak pengukuran maka akan semakin besar nilai galatnya. Dilihat dari hasil galat yang didapatkan maka sistem yang dibuat cukup akurat dalam melakukan pengukuran suhu manusia.*.**Kata Kunci:**  ***ESP32-CAM, Sensor MLX90614, Suhu Tubuh, inframerah*** **ABSTRACT***At this pandemic time, The transmission of Covid-19 has made Indonesia uneasy. To reduce its spread, the government has issued health protocols such as checking body temperature. Generally, in crowded places, body temperature checks use a thermometer gun and require an operator to operate it so that it is considered quite prone to transmitting from an infected person to the operator or vice versa. The use of the MLX90614 sensor is an option in developing this type of thermometer. In this study, a tool that can be used to measure human temperature with an accurate reading value has been designed using the MLX90614 sensor combined with the ESP32-CAM and TFT LCD. the mean results of measurements at a distance of 3 cm have an error of 0.58%, the mean results of measurements at a distance of 5 cm have an error of 1.62%, the mean results of measurements at a distance of 7 cm have an error of 1.67%, the mean results of measurements at a distance 9 cm has an error of 2.33%, the average measurement result at a distance of 11 cm has an error of 2.44%, the average measurement result at a distance of 13 cm has an error of 2.64%, and the average measurement result at a distance of 15 cm has an error by 2.83%. It can be seen that the farther the measurement distance, the greater the error value. Judging from the error results obtained, the system created is quite accurate in measuring human temperature.**.****Keywords:*** *ESP32-CAM, MLX90614 Sensor, Body Temperature, infrared*  |

APLIKASI MONITORING SUHU TUBUH MANUSIA DENGAN OUTPUT SUARA BERBASIS

ESP-32CAM

Abdul Haris Kuspranoto\*1, Frada Oktaruli Sinaga2

Politeknik Bina Trada, Indonesia

1. **PENDAHULUAN**

Kesehatan merupakan sebuah harta berharga dalam keberlangsungan hidup manusia. Baru-baru ini ditemukan sebuah virus yang cukup mematikan untuk keberlangsungan hidup manusia. Pada akhir tahun 2019 tepatnya pada bulan desember 2019 pandemi COVID-19 dimulai dari Wuhan China dan mulai menyebar serta menjangkit manusia hampir diseluruh belahan dunia (1–3). Mengacu pada data World Health Organization (WHO) pada tanggal 28 Februari 2021, Covid-19 telah menjangkit kurang lebih 113,467,303 kasus dengan tingkat kematian 2,520,550 (4).

Menularnya Covid-19 membuat dunia menjadi resah, termasuk di Indonesia. Untuk mengurangi penyebaran dan memutus rantai Covid-19 pemerintah menerbitkan protokol kesehatan yang wajib diterapkan di pusat perbelanjaan, kantor, hotel, hingga pusat keramaian lainnya, seperti menerapkan kebijakan pemeriksaan suhu tubuh setiap pengunjung (5,6). Umumnya disetiap gedung atau tempat keramaian seperti bandara, pusat pembelanjaan pemeriksaan suhu tubuh menggunakan pistol thermometer dan membutuhkan operator untuk mengoperasikannya sehingga dinilai cukup rawan menularkan dari orang yang terjangkit kepada operator atau sebaliknya.

Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah penyebaran Covid-19 adalah dengan menggunakan termometer yang tidak bersentuhan langsung dengan kulit manusia dan tanpa harus ada operator yang menjalankan alat tersebut. Penggunaan inframerah menjadi salah satu opsi dalam mengembangkan termometer jenis ini (7,8). 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 (9).

Termometer digital inframerah dirasa dapat membantu mengatasi salah satu masalah penularan Covid-19 karena tidak perlu dilakukan sentuhan dan angka yang muncul juga jelas serta memiliki ketelitian yang lebih baik. Penggunaan termometer digitalyang biasanya hanya menggunakan tampilan keluaran, namun kini telah banyak dilengkapi dengan kelebihan yang lain seperti keluaran suara. Kelebihan ini sangat efektif untuk pengguna termometer digitalyang memiliki kekurangan dalam penglihatan. Penelitian terkait rancang bangun termometer digital tanpa sentuhan sudah banyak dilakukan salah satunya pernah

Penyakit yang berhubungan dengan kadar hemoglobin dalam darah yaitu anemia. Anemia adalah masalah kesehatan masyarakat di negara berkembang. Prevalensi anemia tinggi dalam 1 sampai 5 tahun anak dalam perkembangan [3]. Sebagian besar anemia di Indonesia disebabkan oleh kekurangan zat besi. Kelompok masyarakat yang rawan terkena anemia adalah anak-anak, remaja, ibu hamil dan menyusui serta pekerja berpenghasilan [4]**.** Anemia adalah penyakit kurang darah yang sebagian besar disebabkan oleh konsumsi makan yang dimakan kurang mengandung besi.

dilakukan pada tahun 2020 (10), pada penelitian tersebut dirancang sebuah termometer digital inframerah menggunakan sensor MLX 90614 dan Sensor *ultrasound* HCSR04 yang bertujuan untuk mendeteksi suhu tubuh manusia dan menghitung jumalah pengunjung dengan tanpa adanya sentuhan.

Pada penelitian ini diusulkan sebuah perancangan suatu alat pengukur suhu tubuh manusia sederhana secara otomatis dengan mendeteksi wajah manusia dan diharapkan pada penelitian ini, dapat memudahkan pengguna dalam penggunaan termometer digital karena dibantu dengan tampilan LCD dan keluaran suara sebagai nilai tambah pada rancangan alat ini dengan judul:

**“Rancang Bangun Sistem Pemantau Suhu Berbasis ESP32-CAM.”**

1. **METODE PENELITIAN**

Penelitian rancang bangun sistem pemantau suhu berbasis ESP32-CAM ini melalui beberapa tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah dengan mengumpulkan permasalahan yang melatar belakangi pengambilan tema penelitian ini dengan melakukan studi literatur. Setelah dilakukan studi literatur dan ditemukan ide penelitian. Untuk mempermudah perancangan dilakukan proses analisa atau penjabaran kompone yang dibutuhkan dalam mendukung proses kelancaran sistem. Untuk mempermudah menganalisis sebuah sistem dibutuhkan dua jenis kebutuhan. Kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional, kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang berisi proses apa saja yang diperlukan oleh sistem, kemudian kebutuhan non fungsional yaitu komponen-komponen yang diperlukan oleh sistem.

Selanjutnya, perancangan *hardware* dan *software*. Langkah awal dalam perancangan sistem ini adalah membuat *flowchart* algoritma sistem dan blok diagram yang merupakan gambaran dasar untuk merancang dan akhirnya membuat suatu sistem dari alat yang dibuat, sehingga keseluruhan skema rangkaian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Perancangan sistem ini terdiri dari perangkat keras yang aktifitasnya dikendalikan oleh perangkat lunak sehingga semua sistem dapat saling berhubungan. Sistem yang dirancang dapat bekerja secara otomatis bila mendapatkan masukan dari luar.

Setelah perancangan *hardware* dan perangkat lunak maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian perangkat lunak, *hardware*, dan dilakukan pengujian seberapa besar kinerja alat. Setelah melakukan pengujian alat, perangkat lunak, dan *hardware* maka langkah selanjutnya pengambilan data untuk melihat hasil sistem yang telah dibuat. Setelah mendapatkan data maka langkah selanjutnya dilakukan pengolahan dan Analisa apakah sistem yang telah dibuat pada penelitian ini sudah berhasil dan sesuai rancangan.

* 1. **Rancangan Perangkat Lunak**

Untuk mendukung kerja sistem pada perancangan alat pemantau suhu berbasis ESP32-CAM diperlukan perangkat lunak. Perangkat lunak yang digunakan disini adalah program didalam memori yang harus dilaksanakan oleh ESP32-CAM pada perangkat lunak IDE Arduino dengan Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang terdapat pada IDE Arduino yang dapat langsung bebas diunduh di situs web resmi Arduino [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc). Pengendalian sistem yang berpusat pada ESP32-CAM sepenuhnya diatur oleh program utama *software* IDE Arduino. Dibawah ini merupakan listing program utama untuk pembacaan suhu tubuh manusia pada penelitian ini.

* 1. **Listing Program Utama**

Rancangan *software* pembacaan suhu tubuh manusia menggunakan sensor yang dideteksi adalah sensor MLX90614. Pembacaan sensor ditunjukkan pada listing program berikut:

 showingImage();

 while(Serial.available()>0){

 delay(10);

 a = Serial.readStringUntil('!');

 b = Serial.readStringUntil('\n');

 Serial.print(a);

 Serial.print(b);

 if (a.toInt()<35){

 kondisi=0;

 digitalWrite(buttonPin, LOW);}

 if(a.toInt()>=35&&a.toInt()<38&&kondisi==0){

 digitalWrite(buttonPin, HIGH);

 tft.setTextFont(2);

 tft.setTextColor(TFT\_GREEN);

 tft.drawString(a, 18, 4, 4);

 tft.setTextFont(2);

 tft.setTextColor(TFT\_GREEN);

 tft.drawString("Celcius", 95, 4, 4);

 delay(1500);

 kondisi=1;}}

 delay(5);}

listing program utama pada penelitian ini akan mendeteksi suhu tubuh manusia terbagi menjadi 2 yaitu normal dan tinggi atau tidak normal, jika <= 35 °C maka pada layar LCD akan menampilkan suhu normal dengan warna hijau dan speaker akan mengeluarkan suara normal, sedangkan jika suhu 35 – 38 atau lebih maka LCD akan menampilkan suhu tidak normal dengan warna merah, dan speaker akan mengeluarkan suara suhu tidak normal

* 1. **Diagram Alir Perangkat Lunak**

Penelitian rancang bangun sistem pemantau suhu berbasis ESP32-CAM ini memiliki diagram alir *software* yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 2.2 Diagram Alir Perangkat Lunak Rancang Bangun Sistem Pemantau Suhu Berbasis ESP32-CAM

Gambar 2.2. merupakan diagram alir perangkat lunak rancang bangun sistem pemantau suhu berbasis ESP32-CAM pada penelitian ini. Diagram alir perangkat lunak pada penelitian ini diawali dengan menekan sakelar daya untuk menyalakan alat, kemudian akan dilakukan inisialisasi, selanjutnya ESP32-CAM akan menangkap gambar wajah pengguna, sensor MLX90614 akan membaca suhu objek dalam hal ini objeknya ialah dahi manusia, kemudian ESP32-CAM akan mengirimkan sinyal perintah untuk menampilkan gambar wajah pengguna kepada TFT LCD untuk ditampilkan, setelah itu ESP32-CAM akan mengirimkan sinyal suhu yang didapatkan dari sensor MLX90614 untuk menampilkan hasil pembacaan suhu menggunakan TFT LCD dan DFPlayer yang akan diteruskan ke speaker untuk dibacakan hasil pembacaan suhu apakah normal atau tidak normal.

Adapun penggunaan *input* dari mikrokontroler ESP32-CAM adalah sensor MLX90614 dan kamera yang terdapat pada ESP32-CAM, sedangkan hasil *output* berupa bunyi yang berasal dari speaker yang telah diolah oleh DFPlayer dan tampilan suhu pada LCD. Berikut penjelasan lebih rinci mengenai *Input*, Proses dan *Output* dari penelitian ini:

1. *Input*

*Input* dari sistem ini ada dua, yaitu sensor MLX90614 dan kamera. Pada *input* sensor MLX90614 berfungsi sebagai pendeteksi suhu tubuh manusia yang telah ditentukan *set point*. *Input* kamera sebagai mengambil gambar manusia dan sebagai penanda bahwa memang manusia yang akan dideteksi oleh sensor MLX90614, dimisalkan jika ada manusia dan diambil gambar oleh kamera maka sensor akan mendeteksi suhu, namun jika bukan manusia maka sensor tetap akan menangkap suhu tubuh namun tidak menampilkan pada LCD dan mengeluarkan suara.

1. Kendali

Pada proses dari sistem ini adalah menggunakan perangkat lunak pemrograman Arduino yang sudah diprogram ke dalam ESP32-CAM.

1. *Output*

*Output* yang dihasilkan pada penelitian ini terdapat dua hasil, yaitu speaker, dan tampilan pada LCD. Speaker akan mengeluarkan suara dan menyebutkan suhu yang terbaca oleh sensor MLX0614 ketika sudah sesuai *set point* yang ditentukan. LCD akan menampilkan angka suhu yang terbaca oleh sensor MLX90614 ketika sudah sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan.

* 1. **Rancangan Perangkat Keras**

Dalam tahap perancangan perangat keras ini semua komponen yang digunakan akan di jelaskan secara menyeluruh dengan menampilkan rangkaian keseluruhan dan diagram blok pada penelitian ini.

* 1. **Diagram Blok Program**

Diagram blok dibuat untuk memberikan kemudahan dalam memahami keseluruhan sistem rancang bangun pada penelitian ini. Diagram blok perancangan sistem dibuat berdasarkan cara kerja rangkaian secara Keseluruhan. Berdasarkan diagram blok pada Gambar 2.3 dapat diketahui komponen *input* dan *output*.



Gambar 2.3 Diagram Blok Rancang Bangun Sistem Pemantau Suhu Berbasis ESP32-CAM

Gambar 2.3. menunjukkan diagram blok penelitian ini. Baterai berfungsi sebagai penyuplai tegangan ke seluruh rangkaian pada penelitian ini. Kemudian ESP32-CAM berfungsi sebagai papan untuk kontrol semua rangkaian yang digunakan, pada ESP32-CAM didalamnya sudah termasuk kamera yang akan berfungsi mengambil gambar wajah objek pengguna yang ingin diperiksa suhu tubuhnya, sensor MLX90614 berfungsi sebagai sensor suhu yang digunakan pada penelitian ini. Penelitian ini dirancang untuk mendeteksi suhu tubuh manusia ketika sensor MLX90614 membaca suhu normal manusia yaitu <=35oC dan mendeteksi adanya wajah yang terbaca. Hasil suhu akan terbaca dan di tampilkan pada LCD dan dikeluarkan suara pada speaker yang telah diproses oleh DFPlayer.

* 1. **Desain alat**

Rancangan desain alat pemantau suhu tubuh pada penelitian ini terdapat tempat untuk menaruh semua komponen alat berupa box elektronik yang didalamnya terdiri dari saklar, sensor MLX90614, ESP32-CAM, LCD, DFPlayer, speaker dan catu daya. alat penguntrol ESP32-CAM diletakkan dibawah kotak, sedangkan kamera pada ESP32-CAM akan mencuat keluar begitupun dengan sensor MLX90614 dan LCD. Bentuk rancangan alat pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.4.

 

Gambar 2.4 Desain Alat Pemantau Suhu Berbasis ESP32-CAM

* 1. **Metode pengukuran dan Analisis Data**

Hasil pengukuran merupakan data tentang pengukuran dari masing-masing titik pengukuran yang telah ditentukan untuk mengetahui apakah hasil rangkaian yang dibuat sesuai dengan hasil perencanaan pengukuran yang di lakukan pada beberapa titik pengukuran berikut:

$Selisih Tegangan=tegangan berdasarkan datasheet-tegangan aktual$

Sedangkan dalam analisa data bertujuan untuk membandingkan hasil teori dengan hasil ukur pada titik pengukuran dan untuk mengetahui besarnya persentase kesalahan pada rangkaian yang dibuat, untuk mengetahui persentasi kesalahan dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$Persentase Kesalahan \left(\%\right)=\left[\frac{Selisih Pengukuran Thermogun dan MLX90614}{hasil ukur Thermogun}\right]x 100\%$

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil akhir penelitian ini termasuk pengujian fungsi alat, pengujian dan analisia dari Rancang Bangun Sistem Pemantau Suhu Berbasis ESP32-CAM dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data dengan beberapa kali pengujian dengan jarak pengukuran yang telah ditentukan.

* 1. **Pengujian Tegangan Pada Titik Input Komponen**

Mengetahui apakah komponen dan rangkaian yang digunakan berfungsi dengan baik, dilakukan pengujian pengukuran tegangan pada ESP32-CAM, DFPlayer, dan sensor MLX90614. Hasil pengukuran aktual akan dibandingkan dengan tegangan sesuai toeri (*datasheet*) untuk mengetahui nilai selisihinya. Setelah pengujian dilakukan didapatkan hasil sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Perbandingan Pengukuran Tegangan Komponen

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Titik Pengukuran | Tegangan Aktual (V) | Tegangan Teori (V) | Selisih |
| ESP32-CAM | 4,91 | 5 | 0,09 |
| DFPlayer  | 4,85 | 5 | 0,15 |
| MLX90614 | 3,4 | 3.3 | 0,1 |

Tabel 3.1 menunjukkan nilai tegangan berdasarkan titik masukan pengukuran pada ESP32-CAM, DFPlayer, dan sensor MLX90614. Berdasarkan Tabel 3.1 hasil tegangan pada titik pengukuran tiga komponen menunjukkan sesilih tegangan namun masih dalam batas toleransi sehingga rangkaian dapat berjalan dengan baik. Pada ESP32-CAM menunjukkan tegangan hasil pengukuran sebesar 4,91 Volt sedangkan berdasarkan teori menunjukkan seharusnya tegangan terbaca sebesar 5 Volt dan terdapat selisih sebesar 0,09 Volt. Pada DFPlayer menunjukkan tegangan hasil pengukuran sebesar 4,85 Volt sedangkan berdasarkan teori menunjukkan seharusnya tegangan terbaca sebesar 5 Volt dan terdapat selisih sebesar 0,15 Volt. Pada sensor MLX90614 menunjukkan tegangan hasil pengukuran sebesar 3,4 Volt sedangkan berdasarkan teori menunjukkan seharusnya tegangan terbaca sebesar 3,3 Volt dan terdapat selisih sebesar 0,1 Volt. Selisih tegangan pada titik pengukuran yang dilakukan jika dibandingkan dengan hasil tegangan berdasarkan teori disebabkan oleh banyak hal, seperti toleransi pada alat ukur yang digunakan memliki tolerasi hasil pengukuran, penyebab selisih tegangan juga dapat terjadi akibat toleransi dari komponen yang digunakan memiliki toleransi tegangan, semakin bagus sebuah komponen yang digunakan maka akan semakin kecil toleransi tegangannya. Selisih yang didapat pada hasil pengukuran masih dapat dikatakan wajar karena selisihnya tidak terlalu jauh.

* 1. **Pengujian Suhu Tubuh Manusia Dengan Jarak Yang Berbeda**

Dalam mengetahui apakah alat yang dirancang berfungsi dengan baik, dilakukan pengujian alat pengukuran suhu yang dilakukan dengan meletakkan alat di depan dahi partisipan dengan jarak yang berbeda-beda yaitu dari 3 cm, 5 cm, 7 cm, 9 cm, 11 cm, 13 cm, dan 15 cm. Alat yang dibuat dibandingkan dengan *thermometer gun* pabrikan. Pengujian ini dilakukan pada partisipan dengan catatan bahwa partisipan berada dalam kondisi yang sehat. Setelah pengujian dilakukan didapatkan hasil sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.1.

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 3 | 34.2 | 34.3 | 0.1 | 0.29% |
| 3 | 34.5 | 34.9 | 0.4 | 1.15% |
| 3 | 34.1 | 34.2 | 0.1 | 0.29% |
| **Rata-Rata** | **34.27** | **34.47** | **0.20** | **0.58%** |
| 5 | 33.7 | 34.3 | 0.6 | 1.75% |
| 5 | 34.1 | 34.8 | 0.7 | 2.01% |
| 5 | 34.12 | 34.5 | 0.38 | 1.10% |
| **Rata-Rata** | **33.97** | **34.53** | **0.56** | **1.62%** |
| 7 | 34.17 | 34.2 | 0.03 | 0.09% |
| 7 | 33.88 | 34.7 | 0.82 | 2.36% |
| 7 | 33.71 | 34.6 | 0.89 | 2.57% |
| **Rata-Rata** | **33.92** | **34.50** | **0.58** | **1.67%** |
| 9 | 33.24 | 34.1 | 0.86 | 2.52% |
| 9 | 33.91 | 34.7 | 0.79 | 2.28% |
| 9 | 33.45 | 34.2 | 0.75 | 2.19% |
| **Rata-Rata** | **33.53** | **34.33** | **0.80** | **2.33%** |
| 11 | 31.69 | 32.5 | 0.81 | 2.49% |
| 11 | 33.56 | 34.4 | 0.84 | 2.44% |
| 11 | 33.68 | 34.5 | 0.82 | 2.38% |
| **Rata-Rata** | **32.98** | **33.80** | **0.82** | **2.44%** |

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614 (Lanjutan)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 13 | 31.61 | 32.5 | 0.89 | 2.74% |
| 13 | 33.57 | 34.43 | 0.86 | 2.50% |
| 13 | 33.51 | 34.43 | 0.92 | 2.67% |
| **Rata-Rata** | **32.90** | **33.79** | **0.89** | **2.64%** |
| 15 | 31.12 | 32.1 | 0.98 | 3.05% |
| 15 | 33.13 | 34.1 | 0.97 | 2.84% |
| 15 | 33.31 | 34.2 | 0.89 | 2.60% |
| **Rata-Rata** | **32.52** | **33.47** | **0.95** | **2.83%** |

Tabel 3.2 menunjukkan nilai rerata selisih kesalahan hasil pengukuran antara *thermometer gun* dan MLX90614. Berdasarkan Tabel 3.2 hasil rerata galat pengukuran suhu terbesar terdapat pada jarak pengukuran 15 cm dengan selisih sebesar 0,95oC dan dengan persentase galat sebesar 2.83%. Hasil rerata galat pengukuran suhu terkecil terdapat pada jarak pengukuran 3 cm dengan selisih sebesar 0,2oC dan dengan persentase galat sebesar 0,58%.

Hasil pengukuran suhu tubuh tertinggi manusia yang di dapat dengan menggunakan *thermometer gun* pada bagian dahi sebesar 34,9oC yang terdapat pada jarak 3 cm. Untuk hasil pengukuran suhu tubuh tertinggi manusia yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan MLX90614 pada bagian dahi sebesar 34,5oC yang terdapat pada jarak 3 cm. Hasil pengukuran suhu tubuh terendah manusia yang di dapat oleh *thermometer gun* pada bagian dahi sebesar 32,1oC yang terdapat pada jarak 15 cm. Untuk hasil pengukuran suhu tubuh terendah manusia yang di dapat oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan MLX90614 pada bagian dahi sebesar 31,12oC yang terdapat pada jarak 15 cm.

Setelah dilakukannya pengujian dengan jarak 3 cm, 5 cm, 7 cm, 9 cm, 11 cm, 13 cm, dan 15 cm didapatkan bahwa hasil rerata pengukuran suhu pada jarak 3 cm oleh alat pengukur suhu tubuh menggunakan MLX9614 dibandingkan dengan *thermometer gun* mempunyai selisih 0,2oC dengan galat sebesar 0,58%, sedangkan pada jarak 15 cm mempunyai rerata selisih yang cukup jauh yaitu sebesar 0,95oC dengan galat sebesar 2,83%. Dengan demikian dapat diketahui jarak objek dengan alat pengukur suhu tubuh menggunakan MLX90614 mempengaruhi hasil pengukuran dimana sensor memiliki *field of view* (FOV) 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 bacalapang pandangnya dan menimbulkan *disturbance* (gangguan) yang mengakibatkan ketidakakuratan pada pengukuran suhu. Semakin jauh jarak pengukuran hasil yang didapatkan maka akan semakin besar nilai selisih dan nilai galatnya.

Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Suhu *Thermometer Gun* dengan MLX90614

Gambar 3.1 menunjukkan grafik perbandingan pengambilan data suhu tubuh manusia antara menggunakan *thermometer gun* dan dengan menggunakan MLX90614 berdasarkan jarak pengambilan suhu tubuh manusia yaitu dari jarak 3 cm, 5 cm, 7 cm, 9 cm, 11 cm, 13 cm, dan 15 cm. Berdasarkan Grafik 3.1 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran suhu tubuh manusia menggunakan MLX90614 memiliki hasil pengukuran yang tidak terlampau jauh selisihnya terhadap hasil pengukuran *thermometer gun*, namun dapat terlihat bahwa semakin jauh jarak pengukuran maka hasil pengukuran akan mempunyai selisih yang cukup jauh dan akan memiliki nilai galat yang semakin besar jika dibandingkan dengan *thermometer gun*.

* 1. **Hasil Perhitungan Selisih dan Galat Pengukuran Suhu**

Untuk mengetahui apakah alat yang dirancang pada penelitian ini berfungsi dengan baik, maka perlu dilakukan perhitungan persentase galat dengan membandingkan antara alat pada penelitian ini dengan *thermometer gun* yang kemudian akan dihitung selisih dan persentase galat berdasarkan persamaan (2.2). Berikut contoh perhitungan selisih dan galat pada jarak 3 cm.

Tabel 3.3 Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614 dengan jarak 3 cm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 3 | 34.2 | 34.3 | 0.1 | 0.29% |
| 3 | 34.5 | 34.9 | 0.4 | 1.15% |
| 3 | 34.1 | 34.2 | 0.1 | 0.29% |

Tabel 3.4 Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614 dengan jarak 5 cm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 5 | 33.7 | 34.3 | 0.6 | 1.75% |
| 5 | 34.1 | 34.8 | 0.7 | 2.01% |
| 5 | 34.12 | 34.5 | 0.38 | 1.10% |

Tabel 3.5 Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614 dengan jarak 7 cm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 7 | 34.17 | 34.2 | 0.03 | 0.09% |
| 7 | 33.88 | 34.7 | 0.82 | 2.36% |
| 7 | 33.71 | 34.6 | 0.89 | 2.57% |

Tabel 3.6 Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614 dengan jarak 9 cm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 9 | 33.24 | 34.1 | 0.86 | 2.52% |
| 9 | 33.91 | 34.7 | 0.79 | 2.28% |
| 9 | 33.45 | 34.2 | 0.75 | 2.19% |

Tabel 3.7 Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614 dengan jarak 11 cm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 11 | 31.69 | 32.5 | 0.81 | 2.49% |
| 11 | 33.56 | 34.4 | 0.84 | 2.44% |
| 11 | 33.68 | 34.5 | 0.82 | 2.38% |

Tabel 3.8 Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614 dengan jarak 13 cm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 13 | 31.61 | 32.5 | 0.89 | 2.74% |
| 13 | 33.57 | 34.43 | 0.86 | 2.50% |
| 13 | 33.51 | 34.43 | 0.92 | 2.67% |

Tabel 3.9 Hasil Perbandingan Pengukuran Suhu Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Thermometer gun dan MLX90614 dengan jarak 15 cm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jarak (cm)** | **Hasil Pengukuran Suhu** | **Selisih (°C)** | **Galat (%)** |
| **MLX90614 (°C)** | **Thermometer Gun (°C)** |
| 15 | 31.12 | 32.1 | 0.98 | 3.05% |
| 15 | 33.13 | 34.1 | 0.97 | 2.84% |
| 15 | 33.31 | 34.2 | 0.89 | 2.60% |

Berdasarkan hasil uji analisis pada Tabel 3.3 sampai Tabel 3.9 dapat disimpulkan bahwa dapat diketahui jarak objek dengan alat pengukur suhu tubuh menggunakan MLX90614 mempengaruhi hasil pengukuran dimana sensor memiliki *field of view* (FOV) 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 bacalapang pandangnya dan menimbulkan *disturbance* (gangguan) yang mengakibatkan ketidakakuratan pada pengukuran suhu. Semakin jauh jarak pengukuran hasil yang didapatkan maka akan semakin besar nilai selisih dan nilai galatnya.

1. **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan uji fungsi rancang bangun sistem pemantau suhu berbasis ESP32-CAM maka dapat diambil kesimpulan:

1. Berdasarkan hasil analisa pada Tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa hasil tegangan masukan berdasarkan titik pengukuran pada komponen ESP32-CAM, DFPlayer, sensor MLX90614 memiliki selisih yang masih dapat dikatakan wajar. Pada ESP32-CAM memiliki selisih tegangan sebesar 0,09 Volt, pada DFPlayer memiliki selisih tegangan sebesar 0,15 Volt, pada sensor MLX90614 memiliki selisih tegangan sebesar 0,1 Volt. Rangkaian dan alat dapat bekerja dengan baik karena masih dalam toleransi tegangan.
2. Berdasarkan hasil analisa pada Tabel 4.2 sampai Tabel 4.9 dapat disimpulkan bahwa dapat diketahui jarak objek dengan alat pengukur suhu tubuh menggunakan MLX90614 mempengaruhi hasil pengukuran dimana sensor memiliki *field of view* (FOV) 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 bacalapang pandangnya dan menimbulkan *disturbance* (gangguan) yang mengakibatkan ketidakakuratan pada pengukuran suhu. Semakin jauh jarak pengukuran hasil yang didapatkan maka akan semakin besar nilai selisih dan nilai galatnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Rafikasari A. Formulating Indonesia’s Covid-19 Policy based on South Korea’s Experience. J Humanit Educ Dev. 2020;2(3):170–6.

2. Liang T. Handbook of COVID-19 Prevention and Treatment. Handb Covid-19, Prev Treat. 2020;68.

3. Djalante R, Lassa J, Setiamarga D, Sudjatma A, Indrawan M, Haryanto B, et al. Review and analysis of current responses to COVID-19 in Indonesia: Period of January to March 2020. Prog Disaster Sci. 2020;6(April):100091.

4. World Health Organization. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. 2021.

5. Krisnawati D, Trisiana A, Mey E, Elvidna V, Puspa YMB, Mardiana Z. Ketahanan Negara Republik Indonesia Masa Pandemik Covid-19. J Glob Citiz J Ilm. 2020;9(1):63–70.

6. Ulya HN. Alternatif Strategi Penanganan Dampak Ekonomi Covid-19 Pemerintah Daerah Jawa Timur Pada Kawasan Agropolitan. El-Barka J Islam Econ Bus. 2020;3(1):80–109.

7. Akinloye BO, Onyan AO, Oweibor DE. Design and Thermometer Implementation With of Digital Clock. Glob J Eng Res. 2016;15(1):1–10.

8. Wartono M, Puruhito B, Adrianto AA. Kesesuaian Termometer Inframerah Dengan Termometer Air Raksa Terhadap Pengukuran Suhu Aksila Pada Usia Dewasa Muda (18-22 Tahun). Diponegoro Med J (Jurnal Kedokt Diponegoro). 2018;7(2):1520–9.

9. Sued BPR, Pereira PMA, Faria YV, Ramos JN, Binatti VB, dos Santos KRN, et al. Sphygmomanometers and thermometers as potential fomites of Staphylococcus haemolyticus: Biofilm formation in the presence of antibiotics. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2017;112(3):188–95.

10. Saputra DI, Karmel GM, Zainal YB. Perancangan dan Implementasi Rapid Temperature Screening Contactless dan Jumlah Orang Berbasis IOT dengan Protokol MQTT. J Energy Electr Eng. 2020;02(01):20–30.

11. Safitri M, Dinata GA. Non-Contact Thermometer Berbasis Infra Merah. Simetris J Tek Mesin, Elektro dan Ilmu Komput. 2019;10(1):21–6.

12. Kukus Y, Supit W, Lintong F. Suhu Tubuh: Homeostasis Dan Efek Terhadap Kinerja Tubuh Manusia. J Biomedik. 2013;1(2).

13. Junaidi NS, Daruwati I, Febriani Y, Hatika RG, Pengaraian UP, Hulu R. Keterkaitan Fisika Dalam Pembelajaran Sistem Adaptasi Tubuh Manusia Terhadap Perubahan Suhu The Relation Of Physics Learning In Human Body. Collab Med J. 2018;1(3):10–23.

14. Graha A. Adaptasi Suhu Tubuh Terhadap Latihan Dan Efek Cedera Di Cuaca Panas Dan Dingin. Jorpres. 2010;6(2):123–34.

15. Kiekkas P, Stefanopoulos N, Bakalis N, Kefaliakos A, Karanikolas M. Agreement of infrared temporal artery thermometry with other thermometry methods in adults: Systematic review. J Clin Nurs. 2016;25(7–8):894–905.

16. Pearce EC. Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 1979. 416 p.

17. Jacklitsch B, Williams W, Musolin K, Coca A, Kim J-H, Turner N. Criteria For A Recommended Standard: Occupational Exposure To Heat And Hot Environments. US Department of Health and Human Services. 2016. Publication 2016-106.

18. Plog BA. Fundamentals of Industrial Hygiene. 5th Editio. Quinlan PJ, editor. National Safety Council. the United States of America: National Safety Council Press; 2001. 344 p.

19. Marwanto Z, Marfianti E. Perbedaan Tekanan Darah Sebelum dan Sesudah Paparan Heat Stress pada Pekerja Perusahaan Industri Alumunium Yogyakarta. Jkki. 2011;3:31–7.

20. Guyton AC, Hall. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. 9th ed. Jakarta: Buku Kedokteran EGC; 1997. 1428 p.

21. Kozier B, Erb G, Berman A, Snyder SJ, Frandsen G, Buck M, et al. Fundamentals of Canadian Nursing. Vol. 5. Perason; 2016. 1666 p.

22. Sandi I, Ariyasa I, Teresna I, Ashadi K. Pengaruh Kelembaban Relatif Terhadap Perubahan Suhu Tubuh Latihan. Sport Fit J. 2017;5(1):103–9.

23. Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. J Appl Physiol. 1997;83(5):1581–7.

24. Kebisingan H, Tekanan DAN, Dengan P, Pada K, Bagian P. Hubungan Kebisingan Dan Tekanan Panas Dengan Stres Kerja Pada Pekerja Bagian Spinning. Unnes J Public Heal. 2014;3(4):1–8.

25. Ariyanti SM, Setyaningsih Y, Prasetio DB. Tekanan Panas, Konsumsi Cairan, dan Penggunaan Pakaian Kerja dengan Tingkat Dehidrasi. HIGEIA (Journal Public Heal Res Dev. 2018;2(4):634–44.

26. Narulita E, Prihatin J. Kontrasepsi Hormonal Jenis, Fisiologi dan Pengaruhnya Bagi Rahim. UPT Pnb Univ Jember. 2017;1–69.

27. Cheung SS, McLellan TM, Tenaglia S. The thermophysiology of uncompensable heat stress: Physiological manipulations and individual characteristics. Sport Med. 2000;29(5):329–59.

28. Ekayanti MS, Bachtiar MF, Mawuntu AHP, Pertiwi JM. Irama Sirkadian pada Stroke Akut. J Sinaps. 2019;2(1):9–18.

29. Junior MJ, Maia OB, Oliveira H, Souto E, Barreto R. Assistive technology through internet of things and edge computing. IEEE Int Conf Consum Electron - Berlin, ICCE-Berlin. 2019;2019-Septe:330–2.

30. AI-Thinker. ESP32-Cam Module. AI-Thinker Technol. 2017;1–4.

31. Wicaksono MF, Rahmatya MD. Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home. J Teknol dan Inf. 2020;10(1):40–51.

32. Yohanes C S, Sompie SRUA, Tulung NM. Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. J Tek Elektro dan Komput. 2018;7(2):167–74.

33. Warjono OS, Wisaksono A, Misbahur A, Amalia D, Mubarok MH. Alat Ukur Elektronik Pemakaian Air. ORBITH. 2017;13(2):86–9.

34. Darwis M. Penambahan Fitur Tampilan LCD dan Micro SD Card Reader pada mesin Laser Engraver and Cutter di Laboratorium Pengemudian Listrik. J Pengelolaan Lab Pendidik. 2020;2(1):8–18.

35. Nur FU. LCD Touchscreen Otomatis Untuk Pemesanan Makanan Secara Drive Thru. 2020;1(2):273–9.

36. Perdana AW, W MF, Kom M, Komputer T, Teknik F, Indonesia UK, et al. Alat Pemantau Kondisi Seorang Gamer Monitoring Condition Device For a Gamer. J Tek Komput. 2019;1(1):1–5.

37. Urbach TU, Wildian. Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Temperatur Pemanasan Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah MLX90614. J Fis Unand. 2019;8(3):273–80.

38. Dzulkiflih, Ahied M. Aplikasi NTC Untuk Menentukan Energi Radiasi Dengan Pendekatan Hukum Stefan Boltzmann. J Pena sains. 2016;3(1).

39. Nani NRANA, Nasar M, Syafa’ah L. Pengembangan Pendeteksi Suhu Tubuh Dan Kadar Oksigen Darah Untuk Pencegahan Dini Penularan Covid-19. Semin Nas Teknol dan Rekayasa 2020. 2020;105–14.

40. Padma Diana IPA, Putu Raka Agung IGA, Rahardjo P. Perancangan Modul Pembelajaran Huruf Braille Berbasis Mikrokontroler Untuk Membantu Proses Belajar Disabilitas Netra. J SPEKTRUM. 2018;5(1):5.

41. Pratama RP, Mas’ud A, Niswatin C, Rafiq AA. Implementasi DFPlayer untuk Al-Qur’an Digital berbasis Mikrokontroler ESP32. INVOTEK J Inov Vokasional dan Teknol. 2020;20(2):51–8.

42. Siswanto E, Nasrudin. Perancangan Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Rfid Pada E-Ktp Di Balai Desa Sukorejo. E-Bisnis J Ilm Ekon dan Bisnis. 2018;11(2):45–55.

43. Suwitno. Mendesain Rangkaian Power Supply pada Rancang Bangun. J Electr Technol. 2016;1(1):1–7.

44. Ely P. Sitohang, Dringhuzen J. Mamahit NST. Rancang Bangun Catu Daya Dc Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535. J Tek Elektro dan Komput. 2018;7(2):135–42.