

Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tubuh *Non Contact* dilengkapi dengan Dispenser *Hand Sanitizer* Otomatis

Sepannur Bandri¹, Rafika Andari^{2✉}, Andi Muhammad Nur Putra³, Anggun Kemala Sari⁴, Zuriman Anthony³

^{1,2,3,4,5} Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 10-11-2023

Direvisi : 15-11-2023

Diterima : 23-11-2023

Kata Kunci:

Fuzzy logic; Hand sanitizer; Suhu; Ultrasonik

Keywords :

Fuzzy logic; Hand sanitizer; Temperature; Ultrasonic

ABSTRAK

Pengukuran suhu tubuh di beberapa rumah sakit tertentu masih mengandalkan Thermogun di samping penggunaan hand sanitizer secara manual. Namun, cara manual ini dianggap tidak efisien karena adanya sentuhan berulang pada pegangan atasnya sehingga meningkatkan risiko penularan virus di antara pengunjung. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengubah Thermogun menjadi alat pengukur suhu tubuh manusia tanpa kontak yang dilengkapi dengan dispenser pembersih tangan otomatis dan detektor residu pembersih tangan. Alat ini akan menggunakan algoritma logika fuzzy untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan efektivitas biaya dalam pengukuran suhu. Desain alat ini akan menggabungkan sensor suhu tubuh non-kontak seperti MLX9016, dengan sensor Inframerah yang berfungsi sebagai pemacu pembacaan suhu. Oleh karena itu, diharapkan hasil penelitian ini akan menghasilkan solusi pengukuran suhu yang lebih canggih, responsif, dan tetap akurat melalui pemanfaatan sensor suhu MLX90614.

ABSTRACT

Body temperature measurements in certain hospitals still rely on Thermogun alongside the manual use of hand sanitizers. However, this manual approach is considered inefficient due to the repeated touching of its upper handle, which increases the risk of virus transmission among visitors. Therefore, the objective of this research is to transform the Thermogun into a contactless human body temperature measuring device, equipped with an automatic hand sanitizer dispenser and a hand sanitizer residue detector. This tool will utilize fuzzy logic algorithms to enhance accuracy, efficiency, and cost-effectiveness in temperature measurement. The design of this tool will incorporate a non-contact body temperature sensor like MLX9016, with an Infrared sensor serving as a trigger for temperature readings. Consequently, it is anticipated that the results of this research will yield a more sophisticated, responsive, and still accurate temperature measurement solution through the utilization of the MLX90614 temperature sensor.

Corresponding Author :

Rafika Andari

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, Indonesia

Jl. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kec. Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat 25173

Email: rafika.andari09@gmail.com

PENDAHULUAN

Teknologi modern berkembang dengan cepat, terutama di bidang robot dan teknologi lainnya. Dalam dunia robotika, banyak konsep dan inovasi yang berkembang seiring berjalannya waktu, terbukti dengan adanya pandemi Covid-19 yang terjadi di Indonesia beberapa waktu lalu. Metode utama penularan virus Covid-19 adalah kontak langsung dengan individu yang terinfeksi, termasuk kontak tangan ke tangan dan kontak dengan permukaan yang terkontaminasi partikel virus. Pemerintah Indonesia telah meminta masyarakat untuk mengikuti peraturan kesehatan dengan taat dan disiplin untuk menghentikan penyebaran virus Covid-19 di seluruh negeri. Mencuci tangan secara teratur di bawah air bersih yang mengalir adalah salah satu prosedur yang ditekankan (Asrul et al., 2021).

Pantauan kesehatan secara berkala menjadi kunci untuk mendeteksi dan mengambil langkah-langkah cepat saat muncul tanda-tanda penurunan kesehatan. Praktik ini melibatkan pemeriksaan suhu tubuh harian dan pemantauan gejala klinis, seperti batuk atau kesulitan bernapas. Di salah satu Rumah Sakit di Kota Padang, petugas keamanan melakukan pengukuran suhu tubuh menggunakan Thermogun, suatu jenis sensor suhu berbasis inframerah yang dapat mengestimasi suhu tanpa harus bersentuhan langsung dengan objek yang sedang diukur. Meskipun demikian, penggunaan Thermogun ini memerlukan petugas untuk memeriksa suhu tubuh setiap individu, yang kemudian disertai dengan *hand sanitizer* manual yang penggunaannya dilakukan dengan menekan gagang atasnya (P. N. Sari et al., 2022). Tentu penggunaan *hand sanitizer* tidak efisien karena terjadinya sentuhan yang berulang pada gagang atas *hand sanitizer* sehingga membuat mudahnya penyebaran virus antar pengunjung. Pengunjungpun masih banyak terpantau tidak menggunakan *hand sanitizer* dengan beralasan salah satunya adalah lupa berdasarkan informasi dari salah satu perawat.

Berdasarkan fakta tersebut, diperlukan sistem otomatis yang dapat bekerja tanpa bantuan petugas, sehingga dapat mengurangi keterlibatan manusia. Ini adalah langkah pertama untuk mengurangi kontak langsung dan menerapkan protokol jaga jarak. Sebuah studi tentang pengukuran suhu tubuh dilakukan sebagai bagian dari upaya penelitian. Jika ditemukan kondisi yang tidak normal, alat pengukur akan segera membunyikan tanda sebagai peringatan dan tindakan pencegahan (Wulandari, 2020). Alat otomatis untuk *hand sanitizer* dan pengukuran suhu tubuh merupakan solusi yang dapat diadopsi oleh semua kalangan. Operasionalnya sudah diprogram otomatis, memungkinkan perangkat untuk melakukan pengukuran suhu tubuh secara mandiri tanpa perlu campur tangan petugas. Hal ini membantu mengurangi interaksi manusia dan penggunaan perangkat secara bersamaan. Sebagai langkah monitoring, petugas hanya perlu memeriksa nilai suhu tubuh dengan menghubungkan perangkat ke *smartphone* mereka. Dengan demikian, nilai suhu tubuh dapat ditampilkan di *smartphone* petugas *screening*. Selain itu, untuk mencuci tangan dengan *hand sanitizer*, pengguna cukup meletakkan tangan di bawah perangkat tanpa harus menyentuhnya bersama orang lain (Rizky et al., 2021).

Efisiensi penggunaan alat *hand sanitizer* dapat ditingkatkan melalui penggantian metode dan sensor dengan mengadopsi teknologi sensor ultrasonic pada alat tersebut. Keberlanjutan penggunaan sensor ultrasonic diyakini memberikan cara kerja yang efisien dan manfaat yang signifikan dalam mengurangi kontak langsung dengan individu lainnya (Syahputra et al., 2021). Ketika sensor ultrasonic mendeteksi jarak sesuai dengan pengaturan sebelumnya, alat secara otomatis menyemburkan cairan sanitizer (Bait et al., 2023). Meskipun biaya investasi untuk alat semacam ini relatif rendah, manfaatnya sangat besar dalam menjaga keamanan dan kesehatan (Muddin et al., 2022).

Sebagai langkah pencegahan terhadap Covid-19, telah dibuat alat pemantau suhu tubuh dan *hand sanitizer* otomatis yang dapat bekerja secara mandiri. Sensor suhu GY-906 MLX90614, yang memiliki output berupa bunyi buzzer, digunakan untuk menguji perangkat ini. Fungsinya antara lain untuk menguji pembersih tangan, menampilkan nilai suhu tubuh pada layar LCD 16x2, dan mengirimkan notifikasi peringatan jika suhu tubuh yang terukur melebihi 38°C. Alat ini memungkinkan penyemprotan cairan pembersih tangan secara otomatis sebagai tindakan pencegahan ekstra terhadap penyebaran Covid-19 dan memungkinkan pengukuran suhu tubuh

orang di area tertentu (Aziz et al., 2021). Termometer inframerah dan pembersih tangan otomatis telah dikembangkan dalam penelitian sebelumnya tentang pemantauan suhu tubuh dan pembersih tangan, dan perangkat ini diantisipasi untuk membantu pemerintah dalam memerangi pandemi Covid-19. Pembersih tangan ini didukung oleh motor servo dan sensor ultrasonik HC-SR04, sementara alat ini memancarkan cahaya inframerah melalui sensor MLX90614. Suhu tubuh manusia dapat diukur secara otomatis oleh sensor MLX90614 pada jarak 2 hingga 10 cm. Panel LCD menunjukkan hasil pengukuran suhu secara real time. Bunyi bip yang memperingatkan pengguna akan kemungkinan Covid-19 akan berbunyi jika sistem mendeteksi suhu tubuh lebih tinggi dari 38 ° C. Ketika sensor pada jarak 5 hingga 15 cm mendeteksi adanya telapak tangan, hand sanitizer akan segera mengeluarkan cairan antiseptik. Dengan tingkat kesalahan 1.60%, akurasi deteksi suhu termometer inframerah adalah 98.40 persen. Sementara itu, pembersih tangan memiliki akurasi deteksi 86.67% (W. Sari & Rasyid, 2021).

Selanjutnya, dispenser hand sanitizer otomatis telah berhasil dikembangkan untuk masyarakat. Untuk menjaga kebersihan tangan dan mencegah kontak langsung dengan gagangnya, alat ini merupakan pencuci tangan otomatis. Desain alat ini memanfaatkan Arduino sebagai pengendali utama dan sensor ultrasonik sebagai pembaca tangan. Fitur unik dari alat ini adalah kemampuannya untuk beradaptasi dengan kebutuhan pengguna sesuai dengan postur awal tangan saat dimasukkan ke dalam alat. Mikrokontroler akan memulai mode cuci tangan tanpa sabun jika pengguna memasukkan tangan kiri. Sebaliknya, mikrokontroler akan mengaktifkan mode cuci tangan menggunakan sabun jika pengguna memasukkan tangan kanan. Tujuannya adalah memberikan pengalaman cuci tangan yang lebih efektif dan sesuai dengan preferensi pengguna. (Bait et al., 2023).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu diatas, terlihat perlunya pengembangan alat yang dapat beroperasi secara otomatis tanpa keterlibatan petugas, sehingga dapat mengurangi interaksi manusia. Dalam penelitian ini, akan dirancang suatu alat yang mampu mendeteksi suhu tubuh manusia secara akurat dengan minim error, menggunakan metode *fuzzy logic* untuk menghasilkan pembacaan suhu yang lebih detail. Alat ini juga dilengkapi dengan dispenser hand sanitizer otomatis dan pengukur ketinggian sisa cairan hand sanitizer di dalam tabung. Penerapan metode *fuzzy logic* diharapkan dapat memberikan rentang pengukuran suhu yang jelas, serta menghindari ketidakadilan dalam kategori suhu akibat perubahan kecil pada nilai batas, yang dapat menyebabkan perbedaan kategori yang signifikan. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih akurat dan efektif dalam mendeteksi suhu tubuh serta menyediakan hand sanitizer secara otomatis.

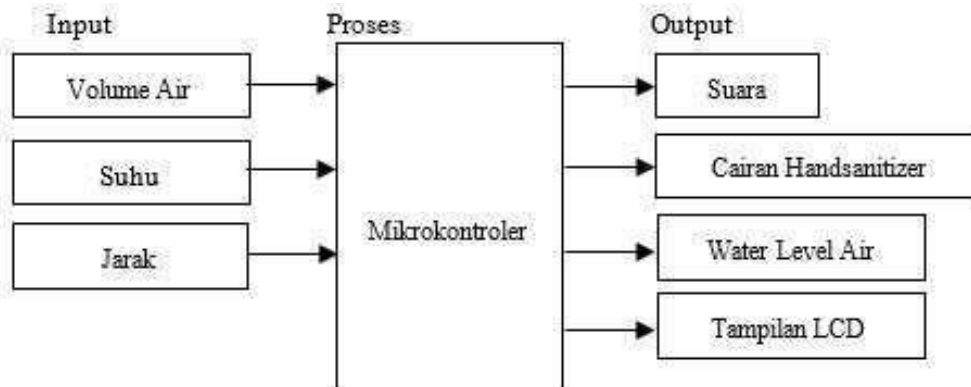
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan pengembangan alat pengukur suhu tubuh otomatis di Rumah Sakit Tentara (RST) Padang yang telah ada sejak munculnya pandemi Covid-19 pada tahun 2019. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan pada jarak yang dideteksi oleh sensor, hasil suhu yang diukur oleh sensor suhu, dan hand sanitizer. Data ini akan digunakan dalam pembuatan rancang bangun alat pengukur suhu tubuh non-kontak dan hand sanitizer otomatis dengan menerapkan algoritma *fuzzy logic* menggunakan mikrokontroler. Tahap kedua melibatkan analisis kebutuhan sistem, di mana semua kebutuhan yang diperlukan untuk membuat sistem pengukuran suhu tubuh manusia dan hand sanitizer berbasis mikrokontroler dengan metode *fuzzy logic* dianalisis. Analisis ini bertujuan agar semua kebutuhan yang digunakan sesuai dengan hasil yang diinginkan, baik kebutuhan perangkat keras maupun perangkat lunak. Selanjutnya, pada tahap ketiga, dilakukan perancangan sistem. Dengan mempertimbangkan kebutuhan yang telah dianalisis, perangkat keras dan perangkat lunak dirancang untuk menghasilkan alat pengukur suhu tubuh manusia dan hand sanitizer berbasis mikrokontroler. Setelah perancangan sistem selesai, penelitian masuk ke tahap keempat yaitu implementasi. Tahap ini merupakan penyusunan sistem informasi mengenai tahapan sistem yang telah dirancang, analisis permasalahan, serta analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak.

Metode Perancangan

1. Blok Diagram

Input suhu, jarak, dan volume air menjadi faktor utama pada alat ini. Selain itu, beberapa rangkaian elektronik juga menjadi pendukung keberhasilan alat ini. Pada hand sanitizer otomatis, data dari sensor suhu diperlukan untuk menggerakkan pompa, sehingga cairan hand sanitizer dapat dikeluarkan dari wadah. Sensor suhu yang digunakan yaitu membandingkan terlebih dahulu antara 2 sensor suhu yang akan digunakan agar dapat menentukan sensor mana yang layak akan digunakan. Sensor jarak mendeteksi adanya objek agar sensor suhu dapat mendeteksi objek dan memperoleh data yang akan ditampilkan pada LCD. Sedangkan sensor yang mendeteksi ketinggian air digunakan untuk mengetahui sisa cairan hand sanitizer yang ada didalamnya. Perancangan diagram blok sistem elektronik ditunjukkan pada gambar 1.



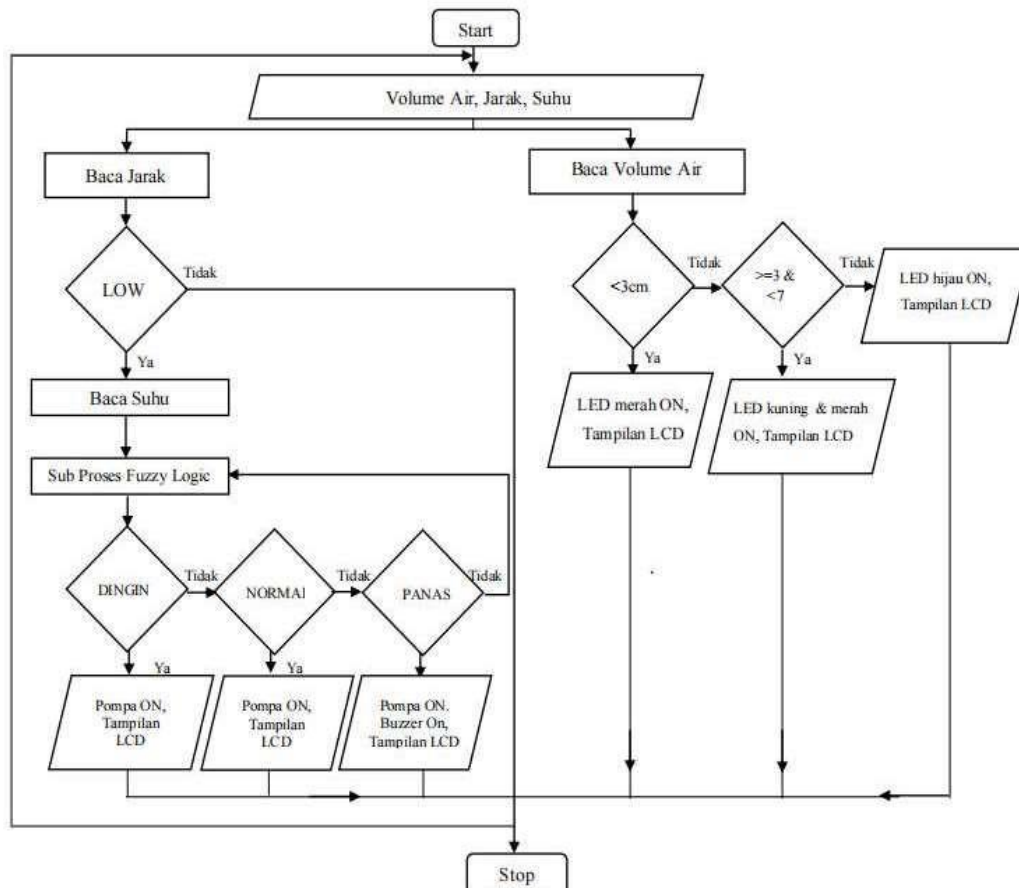
Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Alat

Penjelasan mengenai bagian-bagian blok diagram sistem pada gambar 1. adalah sebagai berikut:

- Jarak digunakan sebagai masukan untuk mengaktifkan proses pengukuran suhu.
- Suhu diambil sebagai input untuk menghasilkan data mengenai suhu tubuh seseorang, dengan membedakan apakah tubuh berada dalam kondisi dingin, normal, atau panas.
- Volume air berfungsi sebagai input untuk menentukan tinggi cairan hand sanitizer dalam perangkat.
- Sebagai pengendali utama, mikrokontroller, khususnya Arduino Nano, bertugas membaca input dan mengirimkan data ke output.
- Metode fuzzy diterapkan pada pengukuran suhu tubuh untuk mengklasifikasikan apakah suhu tersebut termasuk kategori dingin, normal, atau panas.
- Layar LCD berperan dalam menampilkan perintah-perintah perangkat dan hasil data suhu tubuh seseorang.

2. Flowchart

Flowchart merupakan diagram yang menunjukkan bagaimana suatu sistem beroperasi dan menjelaskan proses atau urutannya (Harahap, 2017). *Flowchart* perakitan alat ini ditunjukkan pada gambar 2.

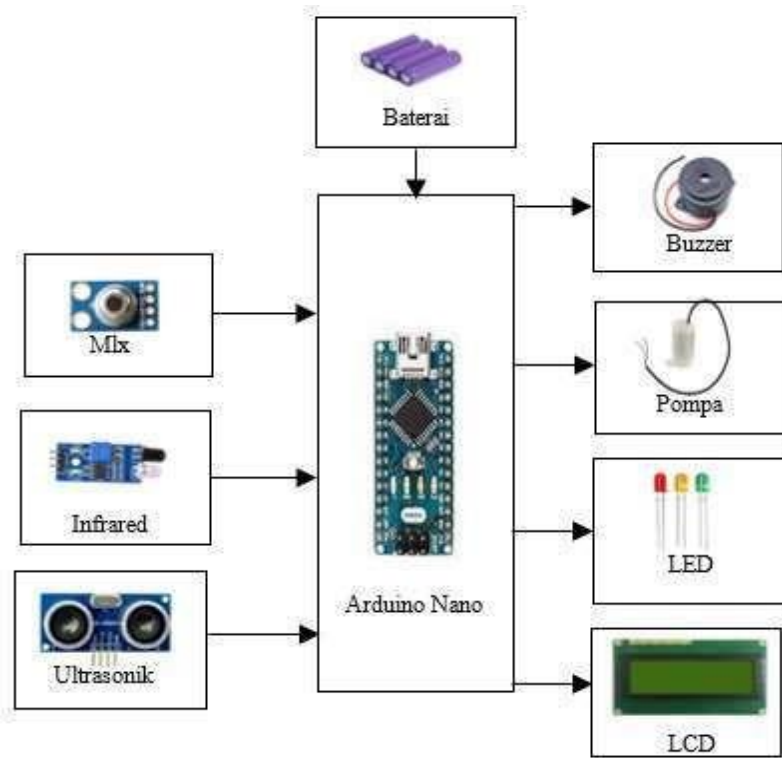


Gambar 2. Flowchart Sistem

3. Perancangan Alat

Berdasarkan desain blok yang telah diuraikan sebelumnya pada diagram sebelumnya, skema rangkaian sistem telah disusun dan dapat dilihat pada Gambar 3. Rangkaian ini menggunakan beberapa komponen, antara lain Arduino Nano sebagai mikrokontroler yang bertanggung jawab untuk memproses input dan menghasilkan output. Komponen lainnya melibatkan sensor suhu, sensor infrared, sensor ultrasonik, LCD, buzzer untuk memberikan informasi kepada pengguna, dan tiga LED sebagai indikator untuk memberitahu pengguna tentang ketinggian air hand sanitizer dalam perangkat.

Perancangan desain alat dimulai dengan desain kerangka yang berukuran tinggi 18 cm, Panjang 10,5 cm dan lebar 10 cm dengan bahan akrilik. Perancangan ini bertujuan untuk membuat alat yang bisa dibawa kemana-mana (portable) dengan ukuran yang kecil. Kerangka alat yang bertujuan untuk penompang komponen-komponen yang ada di rangkaian, komponen-komponennya adalah pompa mini, rangkaian relay, sensor suhu, sensor ultrasonic, sensor *infrared*, LED dan buzzer.



Gambar 3. Skema Rangkaian

Metode Pengujian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa kali pengujian untuk memastikan alat berjalan dengan baik. Pertama pengujian pada sensor untuk mengamati perilaku sensor yang baik untuk digunakan pada alat yang akan dirancang. Dilakukannya pengujian 2 sensor suhu dengan pengukur suhu tubuh thermogun sebagai acuan. Dilakukannya pengujian terhadap jarak objek ke sensor terhadap pengukuran suhu tubuh dengan menjadikan jarak pengukuran dengan Thermogun sebagai acuan Dilakukannya pengujian pada dispenser hand sanitizer otomatis untuk menentukan banyak cairan *hand sanitizer* yang dibutuhkan dalam sekali pemakaian. Dilakukannya pengujian suhu tubuh otomatis sehingga membutuhkan metode yang menunjukkan sejauh mana suatu nilai pengukuran suhu, dengan menggunakan metode *fuzzy logic*.

Pada alat yang dirancang, akan dilakukan pengukuran suhu tubuh secara otomatis, sehingga diperlukan suatu metode yang dapat menunjukkan sejauh mana suatu nilai dianggap benar atau salah, dengan rentang nilai antara 0 hingga 1. Metode yang sesuai untuk digunakan adalah metode fuzzy logic. Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode fuzzy logic yang cocok untuk alat yang akan dirancang ini adalah menggunakan metode Tsukamoto dengan representasi kurva trapesium (Romadhon et al., 2023).

Metode Perhitungan dan Analisis Data

Untuk melakukan perhitungan dan analisis data, penulis berpedoman pada beberapa penelitian terdahulu, observasi, wawancara, buku, dan artikel. Adapun metode dan analisis data dari alat tugas akhir ini meliputi beberapa bagian sebagai berikut :

1. Pengujian sensor suhu
2. Pengujian jarak baca sensor jarak
3. Pengujian jarak baca sensor pengukur ketinggian air
4. Pengujian kondisi relay
5. Pengujian jumlah cairan *hand sanitizer* yang dibutuhkan dalam proses penyemprotan
6. Pengujian keseluruhan menggunakan metode *fuzzy logic*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Suhu

Pengujian awal membandingkan antara sensor suhu MLX90614, sensor DS18B20, dan Thermogun merk *coolpad* yang digunakan RST Padang sebagai bahan perbandingan untuk mendapatkan hasil data suhu tubuh akurat dengan jarak yang tepat sesuai spesifikasi alat yang akan dirancang. Pengujian dilakukan dengan mengukur hasil pembacaan suhu pada rentang jarak 0,5 hingga 15 cm. Sebagai kontrol acuan, digunakan thermogun RST yang mampu mengukur suhu tubuh hingga jarak 20 cm. Hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu

Jarak (cm)	Suhu Thermogun (°C)	Sensor (°C)		Error	
		MLX	DS18B20	Thermo dengan MLX	Thermo dengan DS18B20
15	36.6	33.05	31.1	9.60%	15.02%
14	36.6	33.23	31.1	8.90%	15.02%
13	36.6	33.29	31.1	9%	15.02%
12	36.6	33.43	31.1	8.60%	15.02%
11	36.6	33.51	31.1	8.40%	15.02%
10	36.6	33.71	31.1	7.80%	15.02%
9	36.6	34.13	31.1	6.70%	15.02%
8	36.6	34.29	31.1	6.30%	15.02%
7	36.6	34.81	31.1	4.80%	15.02%
6	36.6	34.99	31.1	4.30%	15.02%
5	36.6	36.51	31.1	0.30%	15.02%
4	36.6	36.67	31.1	0.20%	15.02%
3	36.6	36.92	31.1	0.87%	15.02%
2	36.6	37.65	31.1	2.80%	15.02%
1	36.6	38.2	31.1	4.30%	15.02%
0.5	36.95	39.7	31.2	8.40%	15.71%

Berdasarkan Tabel 1. diperoleh error terbesar perbandingan pengukuran thermogun dengan sensor MLX90614 yaitu 9,6% dengan jarak 15 cm dan pengukuran terkecil 0,2 % dengan jarak 4 cm. Dapat dilihat jarak pembacaan thermogun stabil dari 15 cm – 4 cm, sedangkan pembacaan sensor MLX90614 berbeda tiap jarak yang diukur, pada tabel yang diberi warna dapat dilihat hasil pengukuran antara thermogun dengan sensor MLX90614 paling mendekati pada saat pembacaan sensor dengan jarak 4 cm dengan selisih 0,07. Setelah dilakukannya perbandingan dapat dianalisa bahwa sensor DS18B20 hanya mendapatkan hasil data suhu ketika ditempelkan atau hanya ada perubahan pengukuran suhu pada jarak 0,5 cm. Sedangkan sensor MLX90614 dapat membaca hasil data pengukuran suhu dari jarak 0 – 15 cm. Namun setiap pengukuran pada sensor MLX90614 memiliki hasil data suhu yang berbeda beda, itu dikarenakan sensor MLX90614 sensitif terhadap jarak. Semakin jauh jarak sensor dengan tangan maka semakin rendah suhu yang terbaca dan semakin dekat jarak tangan dengan sensor maka semakin tinggi suhu yang terbaca. Maka dari itu dilakukanlah pengkalibrasian dengan menggunakan Thermogun Rumah sakit sebagai acuan. Dapat dilihat pada tabel diatas ketika jarak dari sensor dengan tangan 4cm hasil data suhu MLX90614 sangat mendekati hasil data suhu dengan Thermogun yaitu selisih terkecil 0,07. Selisih terkecil kedua juga dapat dilihat pada jarak 3 cm. Maka dari itu, sensor MLX90614 mendapatkan hasil yang presisi pada saat jarak tangan dengan sensor 3 hingga 4 cm.

Setelah dilakukannya penelitian, kondisi ruangan sangat mempengaruhi pengukuran suhu tubuh, seperti ketika alat berada di ruangan bersuhu dingin seperti ruangan AC hasil pengukuran suhu tubuh yang didapat lebih rendah dibandingkan ketika alat berada di ruangan bersuhu normal. Dan ketika alat berada di ruangan terbuka atau terpapar sinar matahari, sensor akan terus

membaca suhu dan menjadi eror pada alat. Maka dari itu disarankan untuk penggunaan alat yang dirancang ini pada ruangan bersuhu normal dan tidak terpapar cahaya matahari.

Dapat diketahui sensor DS18B20 tidak sesuai kriteria yang dibutuhkan pada alat yang dirancang karena sensor DS18B20 hanya bisa mengukur suhu tubuh ketika ditempelkan. Sedangkan dengan sensor suhu MLX90614 dapat mengukur suhu tubuh non kontak dengan jarak sensor ke tangan telah ditentukan yaitu 3-4 cm sebagaimana yang terlihat pada tabel 1. dengan menggunakan thermogun sebagai acuan.

Pengujian Sensor Ultrasonik dan LED

Pengujian disini dilakukan dengan melakukan pengukuran pada titik pengukuran pada pin trigger ultrasonik. Untuk mengukur tinggi air adalah dengan menghitung selisih jarak sensor ke dasar air dengan jarak terukur pada sensor. Hasil pengujian sensor ultrasonik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pegukuran Pada Sensor Ultrasonik HC-SR04

Jarak Terukur (cm)		Perhitungan		Aktivasi LED		
Sebenarnya	Ultrasonik	Selisih (cm)	Error	Merah	Kuning	Hijau
1	1	0	0%	ON	OFF	OFF
2	2	0	0%	ON	OFF	OFF
3	3	0	0%	ON	OFF	OFF
4.5	4.4	0.1	2%	OFF	ON	OFF
5.5	5.3	0.2	3%	OFF	ON	OFF
6.5	6	0.5	8%	OFF	ON	OFF
7	7	0	0%	OFF	OFF	ON
8.5	8	0.5	6%	OFF	OFF	ON
9	9	0	0%	OFF	OFF	ON
10.5	10	0.5	0.90%	OFF	OFF	ON
11	11	0	0%	OFF	OFF	ON

Penjelasan dari tabel di atas dapat kita ketahui berapa selisih jarak sensor dan jarak sebenarnya menggunakan mistar, berapa presentase errornya, dan pada ketinggian air. Berdasarkan data di atas maka dapat diperoleh nilai rata-rata error sebesar 1.8%.

Pengujian Sensor *Infrared* Terhadap Jarak

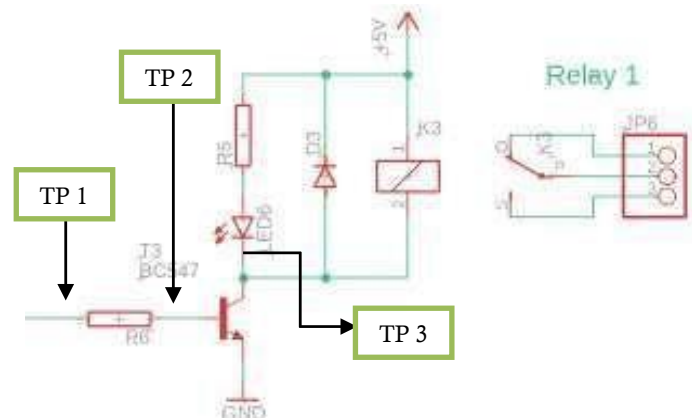
Pengujian ini bertujuan melihat berapa jauh jarak objek terhadap sensor agar sensor dapat membaca atau mendeteksi objek yang berada didepan sensor *infrared*. Berikut pengujian sensor *infrared* terhadap jarak yang dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa sensor *infrared* yang digunakan merupakan sensor *infrared* aktif LOW yang mana sensor ketika membaca objek akan berlogika 0 atau LOW Sensor akan aktif jika mendeteksi objek apabila objek berada didepan sensor *infrared*. Sensitifitas pada sensor dapat diatur dengan cara memutar trimpot yang ada pada modul sensor *infrared*.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor *Infrared* Terhadap Jarak

Jarak (cm)	Putaran Trimpot Infrared		
	1/4	1/3	1/2
1	LOW	LOW	LOW
2	LOW	LOW	LOW
3	LOW	LOW	LOW
4	HIGH	LOW	LOW
5	HIGH	LOW	LOW
6	HIGH	LOW	LOW
7	HIGH	HIGH	LOW
8	HIGH	HIGH	LOW
9	HIGH	HIGH	LOW
10	HIGH	HIGH	LOW

Pengujian Kondisi Relay

Dalam proses pengujian rangkaian ini, digunakan satu pompa mini dengan tegangan output sebesar 5 V. Sementara itu, indikator pengujian relay dilibatkan untuk mengevaluasi respons relay dan pompa mini terhadap output dari proses fuzzy. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa relay dan pompa air berada dalam keadaan ON/OFF sesuai dengan program yang telah ditentukan. Pada Gambar 4, titik-titik pengukuran pada rangkaian driver dijelaskan sebagai berikut: TP1 diukur sebelum resistor, TP2 merupakan keluaran resistor, dan TP3 terletak pada kaki kolektor. Gambar 4 memberikan gambaran jelas mengenai letak titik pengukuran pada rangkaian driver, dengan TP1, TP2, dan TP3 yang masing-masing terdapat pada posisi yang telah disebutkan.



Gambar 4. Titik Pengukuran pada Rangkaian Driver

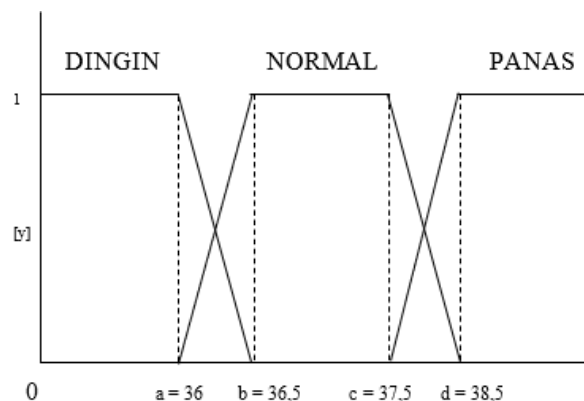
Hasil pengujian kondisi relay pada rangkaian dapat dilihat seperti pada Tabel 4. Pada Tabel 4, dapat diketahui bahwa TP1 terhubung langsung ke rangkaian driver. Saat arduino memberikan logika high, tegangan terukur pada TP1 adalah 5 VDC. Sedangkan saat logika low, tegangan terukur adalah 0V. TP2 merupakan kaki basis transistor. Saat arduino memberikan logika high, tegangan terukur pada TP2 adalah 0,7 V. Sedangkan saat arduino memberikan logika low, tegangan terukur adalah 0 V. TP2 merupakan VBE dari transistor, yang mana saat saturasi tegangan VBE adalah 0.7 V. TP3 merupakan kaki collector transistor. Saat VCC arduino memberikan logika high, tegangan terukur pada TP3 adalah 5 V. Kondisi ini adalah kondisi saturation dimana aliran arus yang mengalir dari collector ke emmitter. Saat Arduino memberikan logika low, tegangan terukur adalah 0 VDC, kondisi ini adalah kondisi cut-off dimana arus tidak mengalir dari collector ke emmitter.

Tabel 4. Pengujian Kondisi Relay

Output Fuzzy	Kondisi Relay	TP 1 (V)	TP 2 (V)	TP 3 (V)	Kondisi Transistor Driver	Kondisi Pompa
Dingin, Normal, Demam	Close	5	0.7	0	Saturasi	ON
Standby	Open	0	0	5	Cut-off	OFF

Pengujian dengan Metode Logika Fuzzy

Metode logika fuzzy Tsukamoto digunakan untuk mendeteksi keadaan tubuh berdasarkan masukan suhu tubuh dari sensor MLX90614. Variabel input pada penelitian ini adalah suhu tubuh dan level cairan hand sanitizer, sedangkan variabel outputnya adalah lama waktu penyalaan pompa. Variabel input suhu berisi tiga set linguistik, yaitu dingin, normal, dan panas, dengan nilai numerik mulai dari 0 hingga 40. Variabel input ketinggian berisi tiga set linguistik, yaitu dingin, normal, dan panas, dengan nilai numerik mulai dari 0 hingga 40. Variabel input ketinggian berisi tiga himpunan linguistik, yaitu tinggi, sedang, dan rendah, dengan nilai numerik berkisar antara 11 hingga 0. Sedangkan variabel output adalah hasil dari komputasi Fuzzy Logic Tsukamoto, yaitu lama waktu penyalaan pompa. Diketahui bahwa WHO menyatakan rentang suhu normal seseorang adalah 36.5 hingga 37.5 °C. Oleh karena variabel input yang dirancang memiliki tiga himpunan, dingin, normal, dan panas, maka diambil rentang nilai penentuan suhu antara 36 hingga 38.5°C. Hasil pengujian berupa kurva trapesium ditunjukkan pada Gambar 5.

**Gambar 5. Grafik Kurva Untuk Derajat Keanggotaan Suhu**

Fungsi derajat keanggotaan masing-masing himpunan ditampilkan pada grafik kurva variabel suhu tubuh pada Gambar 5. Derajat keanggotaan suhu dingin, dengan himpunan numerik 0 hingga 36.5 yang ditentukan dengan membandingkan batas nilai suhu tubuh normal dan batas nilai suhu tubuh dingin. Selain itu, himpunan numerik 36,5 hingga 37,5 untuk derajat keanggotaan suhu normal dihasilkan dari batas nilai suhu tubuh dingin dan suhu tubuh panas. Selanjutnya, berdasarkan batasan suhu tubuh panas dan normal, rentang angka 37,5 hingga 45 ditetapkan untuk derajat keanggotaan suhu panas.

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja keseluruhan dari instrumen penelitian yang dibuat setelah tahap implementasi. Keakuratan sensor MLX90614 dan kondisi tubuh dinilai dengan menggunakan pendekatan logika fuzzy Tsukamoto berdasarkan suhu tubuh sebanyak sembilan kali pada jarak 3/4 cm. Hasil pengujian alat pendeteksi kondisi tubuh yang dibuat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Alat Menggunakan Fuzzy Logic

Sensor MLX90614	Sensor Ultrasonik	Hasil Defuzzyfikasi	Kondisi
35.5	8.7	70	Rule 1
35.5	6.4	112	Rule 2
35.5	2.1	172	Rule 3
36.8	8.7	70	Rule 4
36.89	6.4	113	Rule 5
35.9	2.1	172	Rule 6
40	8.7	77	Rule 7
41	6.4	128	Rule 8
40.8	2.1	182	Rule 9

Berdasarkan Tabel 5. pada pengujian metode fuzzy, nilai suhu tubuh dari sensor MLX90614 dan Thermogun didapatkan dari pembacaan suhu pada jarak 4 cm dari tangan manusia. Keluaran dari metode perhitungan logika Fuzzy Tsukamoto yang menggunakan nilai input suhu tubuh dari sensor MLX90614 untuk menghasilkan atau menentukan kondisi tubuh disebut sebagai hasil logika fuzzy. Hingga sembilan titik data dikumpulkan dari peralatan pengujian yang digunakan dalam pendekatan Logika Fuzzy Tsukamoto untuk mendeteksi kondisi tubuh. Nilai perbandingan yang dihasilkan berkisar antara 0,01 hingga 0,35 ° C berdasarkan perbedaan hasil pengukuran antara termogun rumah sakit dan sensor MLX90614. Ketepatan pendeteksian pada alat adalah 99,98 % dan eror sebesar 0,2%. Alat ini memiliki keakuratan yang lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya salah satunya yaitu penelitian (W. Sari & Rasyid, 2021) yang dimana mendapatkan error menggunakan sensor suhu MLX90614 itu sebesar 1.60%. dan pengukuran suhu yang didapat hanya 2 kondisi yaitu kondisi suhu tubuh normal dan kondisi suhu tubuh tidak normal. Itu dikarenakan penelitian tersebut tidak menggunakan metode *fuzzy logic* dalam pengukuran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penyelesaian pembuatan alat ini dengan metode fuzzy Tsukamoto menggunakan proses fuzzyfikasi, inferensi, aplikasi masalah keaturan, defuzzifikasi, lalu memperoleh hasil yang mendekati fakta atau kenyataan yang ada. Dengan metode fuzzy ini membuktikan bahwa suhu badan seseorang itu bisa terbagi atas 3 kondisi yaitu dingin, normal, dan panas. Sesuai dengan defuzzifikasi yang telah dihasilkan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto. Ketika didapatkannya hasil suhu tubuh pada tampilan LCD maka suhu yang diperoleh dapat dibuktikan dengan defuzzifikasi. Derajat keanggotaan dingin 0-36°C , normal 36,5°C – 37,5°C, dan panas > 38,5°C.

Penelitian ini berhasil merancang alat pendeteksi suhu tubuh tanpa kontak langsung sehingga mengurangi interaksi antar manusia dengan dilengkapi dispenser hand sanitizer otomatis dan pendeteksi ketinggian cairan hand sanitizer dalam tabung. Setiap kali data suhu dihasilkan, cairan hand sanitizer akan keluar lalu alat mendeteksi sisa cairan didalam tabung lalu di informasikan kepada pengguna melalui indikator LED dan tampilan LCD. Apabila suhu yang didapat panas, maka buzzer akan berbunyi.

Saran

Berdasarkan penelitian terhadap alat ini, berbagai ide untuk pembuatan alat agar dapat mencapai hasil yang lebih baik, adalah alat ini membutuhkan stopkontak untuk dapat berfungsi agar dapat menilai suhu tubuh setiap pengunjung dan mendapatkan cairan hand sanitizer. Sebaiknya alat diletakkan dipintu utama ataupun di setiap pintu ruangan agar dapat mengetahui

kondisi awal tubuh masing masing pengunjung rumah sakit dan tahap awal memutus penyebaran virus. Dalam penggunaan alat dan demi kelancaran proses jalannya alat, harap mengikuti perintah-perintah yang ditampilkan oleh alat di LCD.

REFERENSI

- Asrul, A., Sahidin, S., & Alam, S. (2021). Mesin Cuci Tangan Otomatis Menggunakan Sensor Proximity dan DFPlayer Mini Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Mosfet*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.31850/jmosfet.v1i1.633>.
- Aziz, G. J. H., Sidhiq, A. F., Pratama, J. C., & Samsugi, S. (2021). Rancang Bangun Alat Otomatis Hand Sanitizer Dan Ukur Suhu Tubuh Mandiri Untuk Pencegahan Covid-19 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 2(1), 78–84.
- Bait, R. Y., Fahmi, I., & Boesday, L. F. (2023). Desain Alat Dispenser Hand Sanitizer Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino Nano. *Jurnal Spektro*, 6(1), 31–38.
- Harahap, S. H. (2017). Pemanfaatan Aplikasi Penggambar Diagram Alir (Flowchart) sebagai Bahan Ajar untuk Mata Kuliah Sistem Akuntansi di Fakultas Ekonomi pada Perguruan Tinggi Swasta di Kota Medan. *Kitabah*, 1, 14.
- Muddin, S., Rosmiati, Yusri, Y., & Dewi. (2022). Pengembangan Alat Hand Sanitizer Dan Pengukur Suhu Tubuh Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Dan Komputer (JTEK)*, 2(01). <https://doi.org/10.56923/jtek.v2i01.59>.
- Rizky, A., Fauzi, A., & Maulana, A. (2021). Implementasi Alat Otomatis Hand Sanitizer Dan Ukur Suhu Tubuh Mandiri Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Infortech*, 3(1), 79–84. <https://doi.org/10.31294/infortech.v3i1.10521>.
- Romadhon, M. E., Indra, J., & Novita, H. Y. (2023). Implementasi Fuzzy Logic Tsukamoto pada Deteksi Kondisi Badan Berdasarkan Suhu Tubuh. *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, 4(1), 57–65.
- Sari, P. N., Siambaton, M. Z., & Haramaini, T. (2022). Penerapan Algoritma Fuzzy Logic Pada Sistem Pengukur Suhu Tubuh Manusia dan Hand Sanitizer Berbasis Arduino Uno R3 dengan Menggunakan Sensor Proximity. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 3(4), 472–475. <https://doi.org/10.47065/josh.v3i4.1874>.
- Sari, W., & Rasyid, R. (2021). Rancang Bangun Sistem Termometer Inframerah dan Hand Sanitizer Otomatis untuk Memutus Rantai Penyebaran Covid-19. *Jurnal Fisika Unand*, 10(1), 76–82. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.1.76-82.2021>.
- Syahputra, M. I., Khair, U., & Sembiring, A. (2021). Sensor-based automatic hand sanitizer dispenser. *ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer Dan INformatika*, 14(5), 543–546. https://doi.org/10.4103/mjdrdypu.mjdrdypu_221_20.
- Wulandari, R. (2020). Rancang Bangun Pengukur Suhu Tubuh Berbasis Arduino Sebagai Alat Deteksi Awal Covid-19. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 5, 183–189. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v5i0.46610>.