

Rancang Bangun Sterilisasi *Autoclave* Menggunakan Metode *Dry Heat* Arduino Uno Pada Alat Kedokteran Gigi

^{1*} Afandi Dwi Prasetyo, ² Rini Puji Astutik

^{1,2} Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik

¹ dwiprasetyoafandi@gmail.com, ² astutik_rpa@umg.ac.id

Article Info

Article history:

Received May 9th, 2025

Revised May 10st, 2025

Accepted May 23th, 2025

Keyword:

Autoclave

Arduino Uno

Dental Equipment

Dry Heat

Sterilization

ABSTRACT

Sterilization is very important in the field of dentistry to ensure that the instruments used are free from pathogenic microorganisms. An Autoclave sterilization system using the dry heat method based on Arduino Uno is needed to provide an effective and efficient solution in the sterilization process of dental instruments. The hardware consists of a heating element, a temperature sensor, and a control system designed to regulate temperature accurately and consistently. Sterilisation of dental instruments is very important to maintain cleanliness and prevent cross-infection. The main objective of this study is to design an effective and efficient sterilization tool by utilising the dry heat method, which is safer than conventional steam-based methods. The design of this autoclave uses an Arduino Uno microcontroller as the main controller of the system, which functions to automatically regulate the temperature and sterilization time. The temperature sensor and heating element are integrated to maintain the temperature in the optimal range (100-150°C) required in dry heat sterilisation. In addition, a user-friendly interface is added to facilitate monitoring of the sterilisation process. This tool is able to carry out the sterilisation process effectively in a shorter time, without sacrificing the quality of sterilisation. The system offers more precise control and can be customised according to user needs, making it an ideal solution for dental clinics on a budget. The device is expected to be a useful innovation in improving hygiene standards in dental clinics and can bring about major changes in the healthcare industry.

Copyright © 2025 Jurnal JEETech.

All rights reserved.

Corresponding Author:

Rini Puji Astutik,

Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik, Indonesia.

Jl. Sumatera No.101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121.

Email: astutik_rpa@umg.ac.id

Abstraks - Sterilisasi sangat penting dalam bidang kedokteran gigi untuk memastikan alat-alat yang digunakan bebas dari mikroorganisme patogen. Dibutuhkan sistem sterilisasi *Autoclave* menggunakan metode *dry heat* yang berbasis Arduino Uno untuk memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam proses sterilisasi alat kedokteran gigi. Perangkat keras terdiri dari elemen pemanas, sensor suhu, dan sistem kontrol yang dirancang untuk mengatur suhu secara akurat dan konsisten. Sterilisasi alat kedokteran gigi sangat penting untuk menjaga kebersihan dan mencegah infeksi silang. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang alat sterilisasi yang efektif dan efisien dengan memanfaatkan metode panas kering yang lebih aman dibandingkan metode konvensional berbasis uap. Perancangan autoklaf ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali utama sistem, yang berfungsi untuk mengatur suhu dan waktu sterilisasi secara otomatis. Sensor suhu dan elemen pemanas diintegrasikan untuk menjaga suhu pada kisaran optimal (100-150°C) yang diperlukan dalam sterilisasi panas kering. Selain itu, antarmuka yang ramah pengguna ditambahkan untuk memudahkan pemantauan proses sterilisasi. Alat ini mampu menjalankan proses sterilisasi secara efektif dalam waktu yang lebih singkat, tanpa mengorbankan kualitas sterilisasi. Sistem ini menawarkan kontrol yang lebih presisi dan dapat disesuaikan sesuai kebutuhan pengguna, menjadikannya solusi yang ideal untuk klinik gigi dengan anggaran terbatas. Perangkat ini

diharapkan dapat menjadi inovasi yang bermanfaat dalam meningkatkan standar kebersihan di klinik gigi dan dapat membawa perubahan besar dalam industri kesehatan.

Kata Kunci: *Autoclave, Arduino Uno, Dental Equipment, Dry Heat, Sterilization*

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi seperti sekarang ini disadari banyak ditemukan perangkat atau peralatan yang kerjanya terkendali dengan otomatis. Dikarenakan kebutuhan masyarakat semakin bertambah, maka banyak diciptakannya alat sistem control yang lebih memudahkan pekerjaan manusia [1]. Sterilisasi didefinisikan sebagai upaya untuk membunuh mikroorganisme termasuk dalam bentuk spora. suatu cara untuk membebaskan sesuatu (alat, bahan, media, dll) dari mikroorganisme yang tidak diharapkan kehadirannya baik yang patogen maupun yang apatogen. Atau bisa juga dikatakan sebagai proses untuk membebaskan suatu benda dari semua mikroorganisme baik bentuk vegetatif maupun bentuk spora. Sterilisasi dalam pengertian medis merupakan suatu proses dengan metode tertentu dapat memberikan hasil akhir, yaitu suatu bentuk keadaan yang tidak dapat ditunjukkan lagi adanya mikroorganisme hidup [2]. Penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan metode panas kering, namun belum secara khusus membahas aplikasi pada alat kedokteran gigi serta aspek-aspek peningkatan yang dibutuhkan untuk meningkatkan keandalannya.

Autoclave merupakan alat yang digunakan untuk mensterilkan suatu benda yang menggunakan uap dan bertekanan tinggi (121°C, 1,5Psi) selama kurang lebih 15 menit. Pada suhu yang tinggi inilah yang akan membunuh mikroorganisme, terutama ditujukan untuk membunuh endospora, yaitu selresisten yang diproduksi oleh bakteri [3]. *Autoclave* adalah alat untuk mensterilkan berbagai macam peralatan dan perlengkapan yang digunakan dalam mikrobiologi menggunakan uap air panas pada umumnya 15 Psi dan dengan suhu 121°C. Lama sterilisasi yang dilakukan selama 15 menit [4]. Metode *Dry Heat Sterilization* menggunakan panas kering untuk membunuh mikroba, yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode *steam sterilization*. Namun, metode ini memerlukan peralatan yang lebih kompleks dan teknologi yang lebih canggih untuk mengendalikan suhu dan waktu sterilisasi [5].

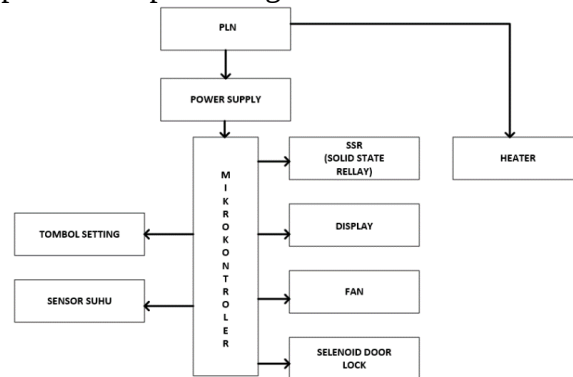
Beberapa penelitian menunjukkan bahwa Arduino Uno bisa digunakan untuk melakukan proses sterilisasi otomatis [6,7]. Alat yang dikembangkan menggunakan kontrol suhu/pemanas air sebagaimana penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sterilisasi sebaiknya dilakukan dengan suhu minimal 80°C dengan durasi setidaknya 10 menit [8,7]. Arduino Uno adalah mikrokontroler yang sangat populer dan digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengembangan alat-alat medis. Dengan menggunakan Arduino Uno, dapat dibuat alat sterilisasi yang lebih sederhana, efektif, dan efisien [5]. Perbedaan Penelitian dengan peneliti sebelumnya adalah penelitian ini masih menggunakan metode yang sama, yaitu panas kering (*dry heat*), namun perbedaannya terletak pada variabel dan fokus aplikasinya. Penelitian ini lebih terkhusus pada alat kedokteran gigi, berbeda dengan peneliti sebelumnya yang memiliki fokus variabel yang lebih umum atau pada bidang lain.

Penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan metode panas kering, namun belum secara khusus membahas aplikasi pada alat kedokteran gigi serta aspek-aspek peningkatan yang dibutuhkan untuk meningkatkan keandalannya. Dalam praktiknya, salah satu masalah utama adalah kurangnya fitur pengamanan seperti *door lock* otomatis yang dapat mencegah pembukaan alat saat proses sterilisasi berlangsung, sehingga risiko kontaminasi masih tinggi. Selain itu, sistem pembuangan panas yang kurang optimal sering menyebabkan suhu tidak stabil, yang dapat mengurangi efektivitas sterilisasi dan memperpendek umur alat. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada peningkatan proses sterilisasi alat kedokteran gigi dengan mengimplementasikan *door lock* otomatis dan mengoptimalkan pembuangan panas. *Door lock* otomatis akan

meningkatkan keamanan dan mencegah gangguan selama proses sterilisasi, sedangkan sistem pembuangan panas yang lebih efisien akan memastikan suhu tetap stabil, meningkatkan efisiensi proses, dan menjaga kualitas alat yang disterilkan.

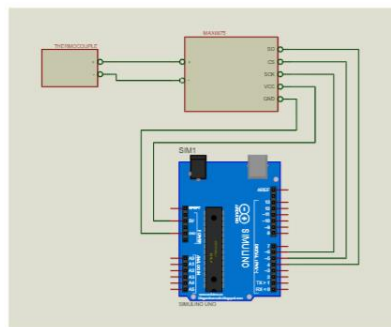
II. Metode Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pembuatan perancangan alat Sterilisasi otomatis dengan metode *dry heat*



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

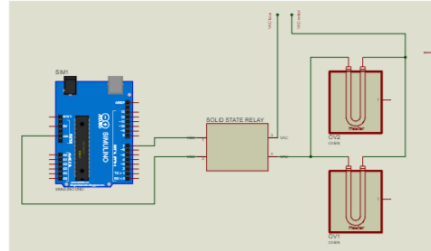
Berdasarkan Blok Diagram diatas, alat mendapatkan *supply* listrik dari PLN sehingga seluruh rangkaian akan mendapatkan tegangan listrik. Pada tombol *setting* akan diatur suhu dan juga *timer* alat dan akan ditampilkan di *display*. Setelah proses *setting* selesai, heater akan menyala dan memulai pemanasan hingga suhu setting yang akan menyebabkan timer mulai bekerja dan proses sterilisasi akan berjalan. Saat *timer* habis, heater akan *off*, dan kipas akan otomatis menyala. Pintu akan terbuka jika suhu pada *chamber* telah kurang dari 37°C. *buzzer* akan berbunyi menandakan pengguna dapat mengambil *instrument* bedah yang sudah disterilkan.



Gambar 2 Rangkaian Sensor Dan Arduino Uno

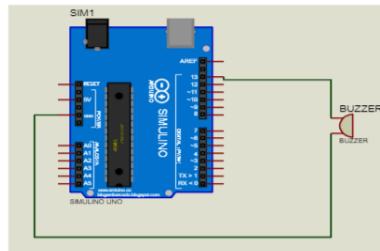
Pada rangkaian ini memiliki dua komponen yaitu SensorMAX6675 dan termokopel yang masing masing memiliki fungsi yang berkaitan, untuk termokopel berfungsi sebagai elemen sensor *temperature* (*measuring junction*) menghasilkan beda tegangan atau *electromotiveforce* (emf), yang kemudian emf yang dihasilkan dibandingkan dengan skala konversi tertentu menjadi *unit temperature*. Fungsi dari MAX6675 termokopel adalah untuk mengetahui perbedaan *temperature* di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan. Termokopel tipe *hot junction* dapat mengukur mulai dari 0°C sampai +1023,75°C. MAX6675 memiliki bagian ujung *cold end* yang hanya dapat mengukur -20°C sampai +85°C. Pada saat bagian *cold end* MAX6675 mengalami fluktuasi suhu maka MAX6675 akan tetap dapat mengukur secara akurat perbedaan *temperature* pada bagian yang lain. MAX6675 dapat melakukan koreksi atas perubahan pada *temperature ambient* dengan kompensasi *cold-junction*. Device mengkonversi *temperature ambient* yang terjadi kebentuk tegangan menggunakan sensor *temperature* diode. Untuk dapat

melakukan pengukuran *actual*, MAX6675 mengukur tegangan dari *output* termokopel dan tegangan dari *sensing* diode. Performance optimal MAX6675 dapat tercapai pada waktu termokopel bagian cold-junction dan MAX6675 memiliki *temperature* yang sama. Hal ini untuk menghindari penempatan komponen lain yang menghasilkan panas didekat MAX6675.



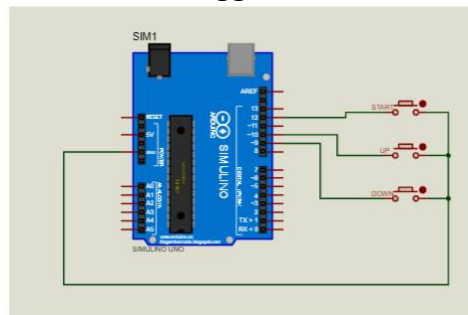
Gambar 3 Rangkaian Elemen Panas

Rangkaian pemanas ini menggunakan *Solid State Relay* sebagai pengatur mati dan nyalanya elemen pemanas yang akan digunakan sesuai *setting* suhu yang dibutuhkan. Pada alat sterilisator ini menggunakan elemen pemanas sejumlah tiga buah yang masing-masing memiliki daya sebesar 300 watt yang dibutuhkan untuk alat sterilisator panas kering ini.



Gambar 4 Rangkaian Alarm

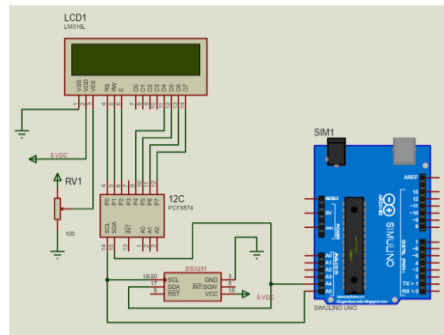
Rangkaian alarm ini berfungsi sebagai tanda peringatan ketika waktu untuk sterilisasi telah selesai digunakan agar *user* tidak lupa ketika telah menggunakan alat tersebut.



Gambar 5 Rangkaian Push Button

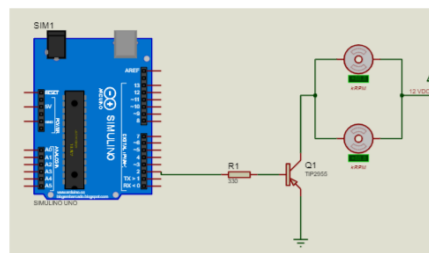
Pada rangkaian *Push Button* ini berfungsi sebagai selektor/pengontrol setting yang diperlukan pada alat tersebut yang memiliki fungsi yang berbeda, sebagai berikut:

1. Tombol *Up*: Tombol ini digunakan untuk menaikkan pilihan yang tertera pada selector LCD. Dan juga dapat digunakan sebagai tombol kembali pada tampilan awal.
2. Tombol *Down*: Tombol ini memiliki fungsi untuk menurunkan pilihan yang tertera pada selector LCD.
3. Tombol *Start*: Tombol ini berfungsi untuk tombol oke atau memulai suatu perintah yang terdapat pada *display* menu pada alat tersebut.



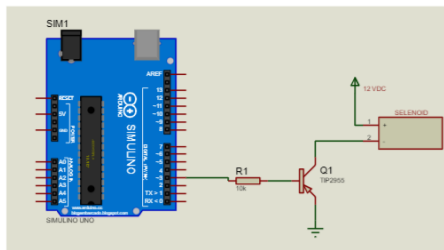
Gambar 6 Rangkaian RTC & LCD

Rangkaian RTC (*Real Time Clock*) pada alat ini berfungsi sebagai pewaktu alat yang dapat disetting lama waktunya. Saat waktu sudah disetting, maka TRC akan menghitung waktu setting hingga selesai. Tampilan waktu akan muncul di *LCD*. *Pin Out* dari RTC disambungkan ke pin I2C dari *LCD* yaitu pin SDA dan SCL.



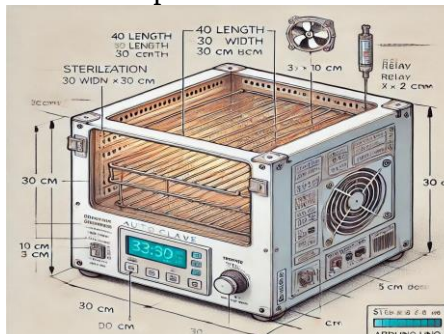
Gambar 7 Rangkaian Pendingin

Rangkaian pendingin berfungsi untuk mengkondisikan *chamber* yang kondisi awalnya panas menjadi dingin hingga suhu ruang. Rangkaian ini terdiri dari komponen Arduino uno, kipas, dan juga *relay* yang berfungsi untuk saklar otomatis pada *fan* agar menyala dan mati sesuai dengan perintah dari Arduino uno.



Gambar 8 Pengunci Pintu

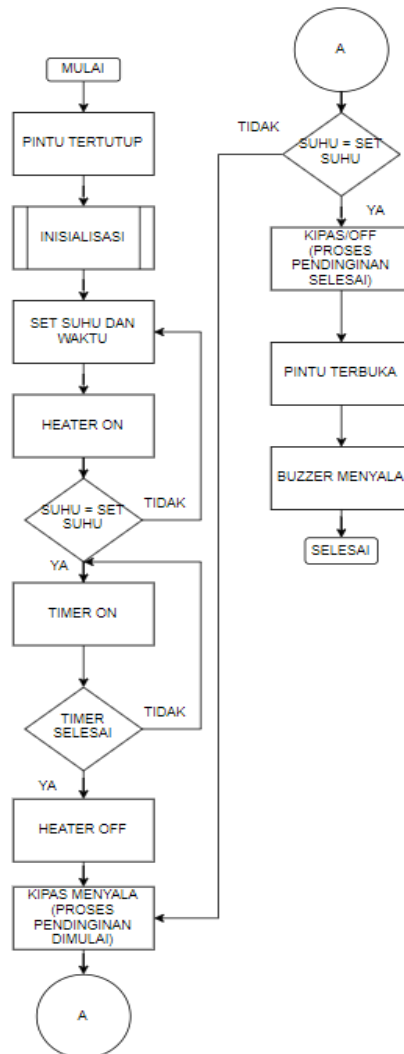
Rangkaian pengunci pintu terdiri dari Arduino Uno, *relay*, dan juga *solenoid door locked*. Rangkaian ini berfungsi untuk membuat pintu terbuka dan terkunci secara otomatis.



Gambar 9 Desain Alat Sketsa Box Desain Alat Sketsa Box

III. Proses Kerja Sistem

Pada tahap kali ini akan dijelaskan sebagai berikut terdapat alur sebuah sistem dari cara kerja alat yang telah digambarkan melalui Gambar 10 dibawah.



Gambar 10 Flowchart Sistem

A, Pengumpulan Data Keakurasian Suhu

Pengukuran Pencapaian Suhu Setting

Set Suhu	Terukur Pada	Pengukuran Suhu						
		Suhu Awal	2 Menit	4 Menit	6 Menit	8 Menit	10 Menit	12 Menit
110°	Sensor	25	65	90	105	108	110	110
	Thermometer	25	60	85	100	107	120	110
120°	Sensor	25	70	100	115	118	120	120
	Thermometer	25	68	95	110	117	120	120
130°	Sensor	25	80	110	125	128	130	130

Pengukuran Kestabilan Suhu dalam Waktu Satu Jam

Set Suhu	Terukur Pada	Pengukuran Suhu						
		Suhu Awal	5 Menit	10 Menit	15 Menit	20 Menit	25 Menit	30 Menit
110°	Sensor	25	65	90	105	108	110	110
	Thermometer	25	60	85	100	107	110	110
120°	Sensor	25	70	100	115	118	120	120
	Thermometer	25	68	95	110	117	120	120
130°	Sensor	25	80	110	125	128	130	130

Set Suhu	Terukur Pada	Pengukuran Suhu						
		Suhu Awal	35 Menit	40 Menit	45 Menit	50 Menit	55 Menit	60 Menit
110°	Sensor	110	110	110	110	110	110	110
	Thermometer	110	110	110	110	110	110	110
120°	Sensor	120	120	120	120	120	120	120
	Thermometer	120	120	120	120	120	120	120
130°	Sensor	130	130	130	130	130	130	130

Pengukuran Waktu Terhadap Penurunan Suhu Tanpa Pendingin

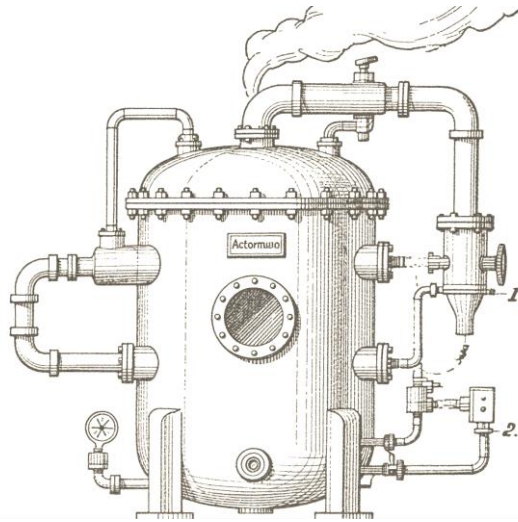
Set Suhu	Terukur Pada	Pengukuran Suhu						
		Suhu Awal	2 Menit	4 Menit	6 Menit	8 Menit	10 Menit	12 Menit
110°	Sensor	110	95	82	71	62	55	49
	Thermometer	110	97	85	74	65	58	52
120°	Sensor	120	105	92	80	70	62	56
	Thermometer	120	108	95	83	73	65	59
130°	Sensor	130	115	102	90	79	70	63

Pengukuran Waktu Terhadap Penurunan Suhu Tanpa Pendinginan

Set Suhu	Terukur Pada	Pengukuran Suhu									
		Suhu Awal	14 Menit	16 Menit	18 Menit	20 Menit	22 Menit	24 Menit	26 Menit	28 Menit	30 Menit
110°	Sensor	120	42	39	36	34	32	30	29	28	27
	Thermometer	120	45	42	39	37	35	33	32	31	30
120°	Sensor	120	50	47	44	41	39	37	35	34	33
	Thermometer	120	53	50	47	44	42	40	38	37	36

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Rancangan Alat

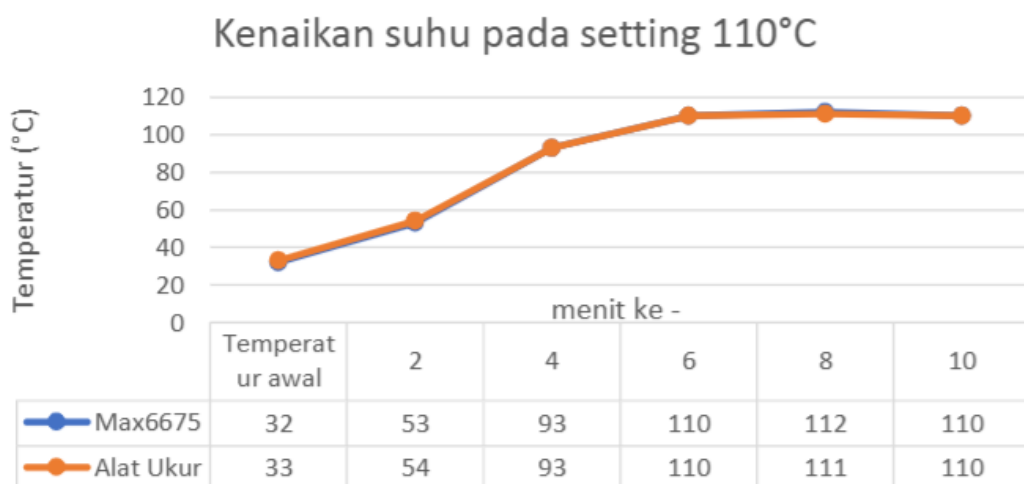


Gambar 11 Hasil Rancangan Alat

Modul ini dirancang dengan menggunakan Sterilisator merk “Mommert” sebagai sumber petunjuk pembuatan desain fisik alat secara umum. Hasil rancangan sudah dimodifikasi sehingga sejalan dengan rumusan masalah yang penulis cantumkan di pendahuluan.

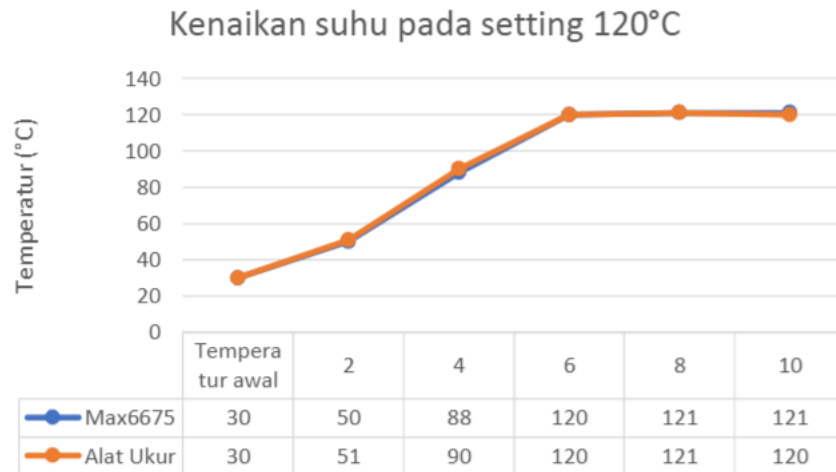
Modul ini dibuat dengan bahan stainless steel yang tahan terhadap suhu panas yang tinggi dengan ukuran 46 cm x 31 cm x 16 cm. Modul dilengkapi LCD, tombol-tombol, sensor suhu Max 6675, heater, fan, dan solenoid sebagai pengunci pintu pada modul secara otomatis.

A. Analisis Data



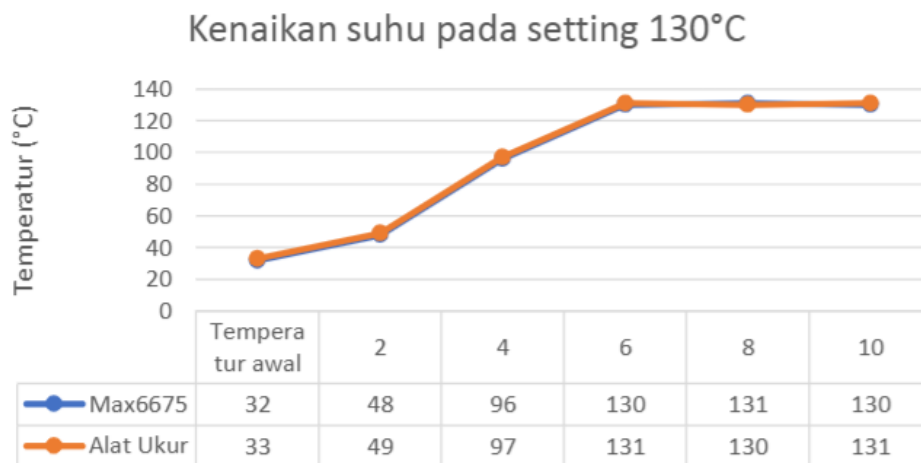
Gambar 12 grafik kenaikan suhu pada setting 110°C

Pada grafik menunjukkan kenaikan suhu sejalan dengan pengukuran waktu setiap dua menit. Waktu yang didapatkan untuk mencapai suhu setting suhu 110°C adalah sebesar 10 menit 6 detik.



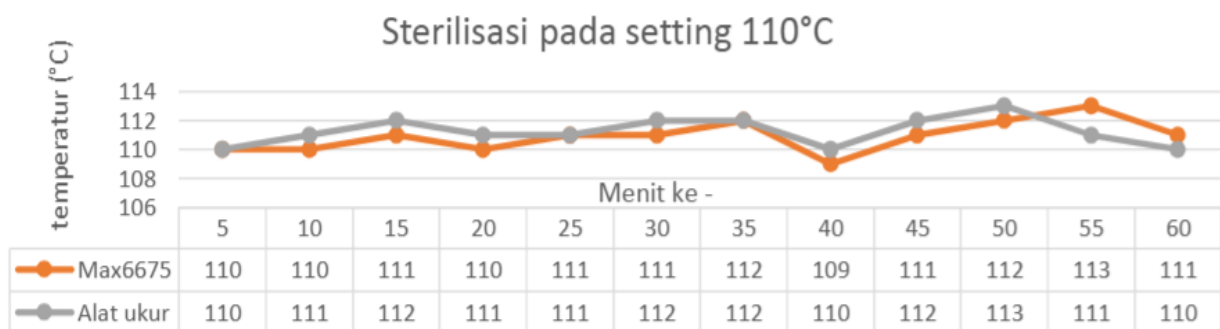
Gambar 13 grafik kenaikan suhu pada setting 120°C

Pada grafik menunjukkan kenaikan suhu sejalan dengan pengukuran waktu setiap dua menit. Waktu yang didapatkan untuk mencapai suhu 120°C adalah sebesar 10 menit 24 detik.

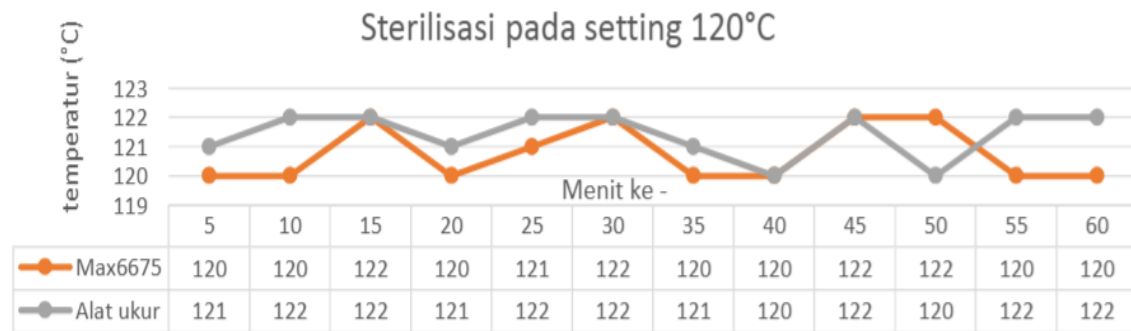


Gambar 14 grafik kenaikan suhu pada setting 130°C

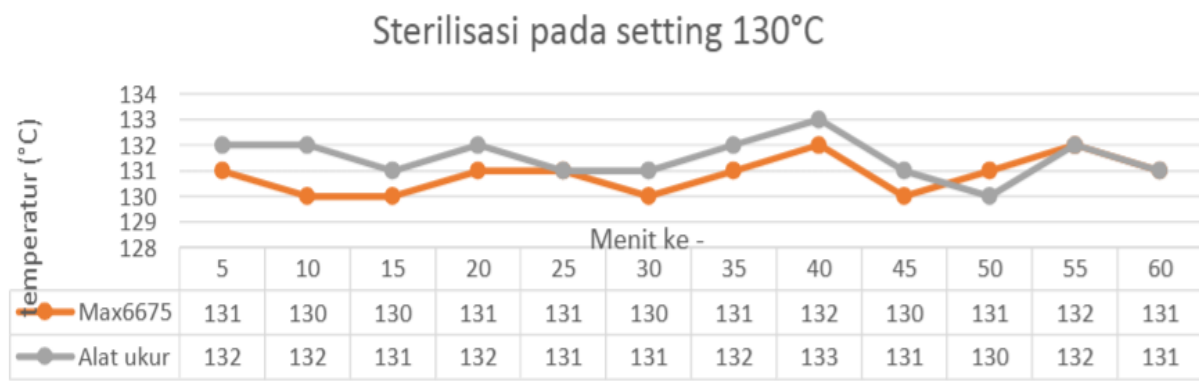
Pada grafik menunjukkan kenaikan suhu sejalan dengan pengukuran waktu setiap dua menit. Waktu yang didapatkan untuk mencapai suhu setting suhu 130°C adalah sebesar 10 menit 48 detik.



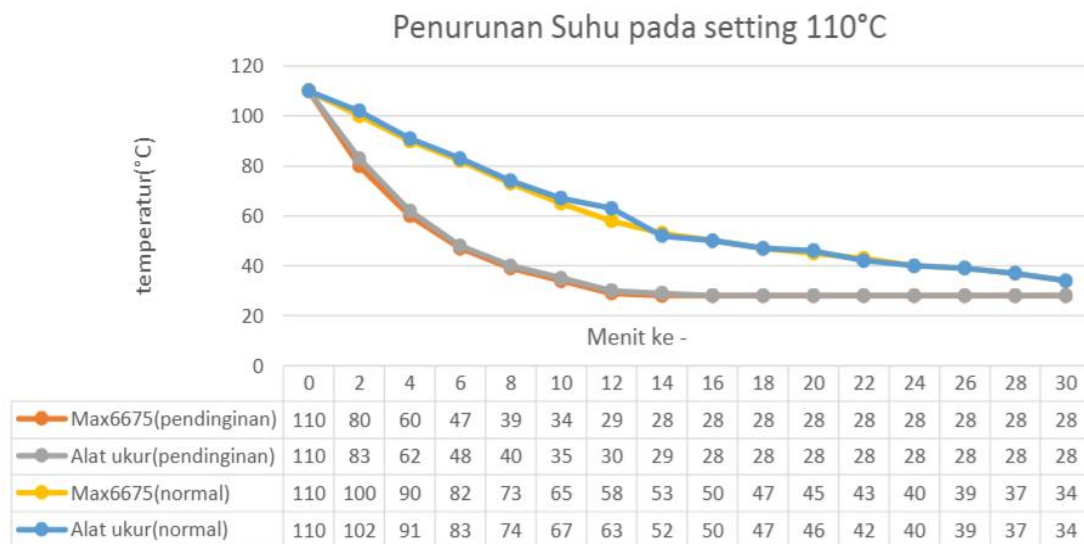
Gambar 15 grafik kestabilan suhu pada setting 110°C



Gambar 16 grafik kestabilan suhu pada setting 120°C



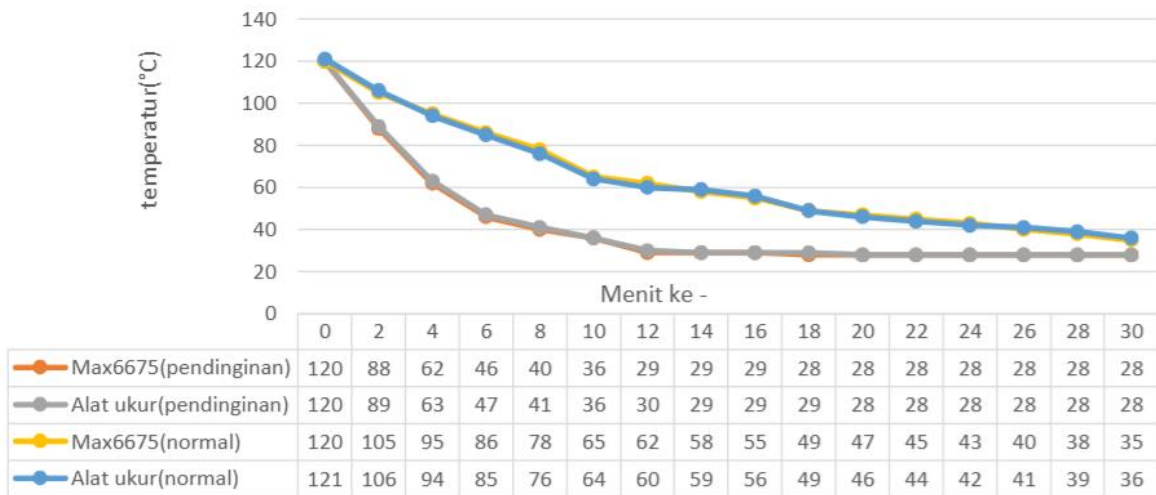
Gambar 17 grafik kestabilan suhu pada setting 130°C



Gambar 18 grafik penurunan suhu pada setting 110°C

Pada grafik untuk setting suhu 110°C menunjukkan penurunan suhu dengan menggunakan mode pendinginan dapat mencapai suhu 29°C dalam waktu ± 12 menit. Untuk penurunan suhu dalam mode normal, butuh waktu ± 30 menit untuk mencapai suhu 34°C.

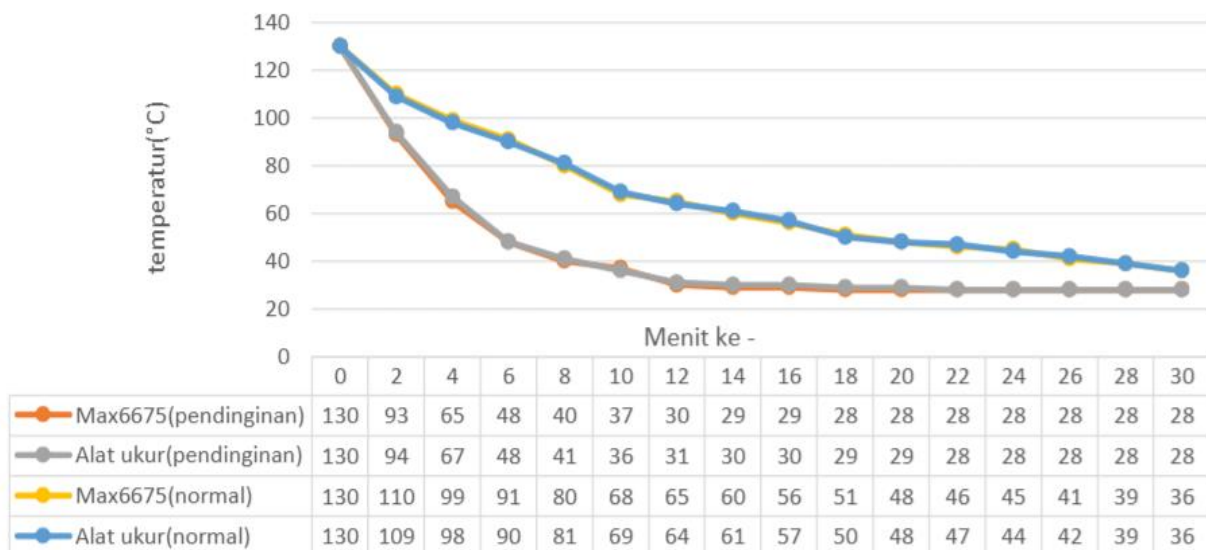
Penurunan Suhu pada setting 120°C



Gambar 19 grafik penurunan suhu pada setting 120°C

Pada grafik untuk setting suhu 120°C menunjukkan penurunan suhu dengan menggunakan mode pendinginan dapat mencapai suhu 29°C dalam waktu ± 12 menit. Untuk penurunan suhu dalam mode normal, butuh waktu ± 30 menit untuk mencapai suhu 35°C.

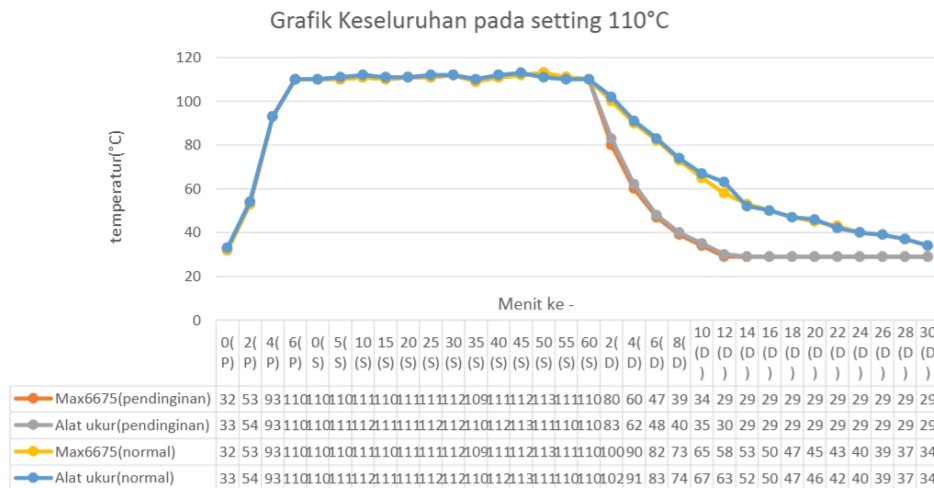
Penurunan Suhu pada setting 130°C



Gambar 20 penurunan suhu pada setting

Pada grafik untuk setting suhu 130°C menunjukkan penurunan suhu dengan menggunakan mode pendinginan dapat mencapai suhu 30°C dalam waktu ± 12 menit. Untuk penurunan suhu dalam mode normal, butuh waktu ± 30 menit untuk mencapai suhu 36°C.

Penyajian Data keseluruhan



Gambar 21 grafik secara keseluruhan

Pada grafik ini ditampilkan secara lengkap proses dari awal pemanasan, sterilisasi, hingga proses pendinginan. Pada grafik ini suhu setting yang digunakan adalah 110°C. Pada saat pemanasan suhu awal yang terbaca adalah suhu ruangan. Saat suhu setting 110°C telah ditetapkan, maka pemanasan akan berjalan hingga suhu chamber sama dengan suhu setting.

Proses pemanasan membutuhkan waktu sekitar 6 menit. Lalu selanjutnya proses sterilisasi selama 60 menit pada suhu setting. Setelah selesai proses sterilisasi, maka proses pendinginan akan berjalan membutuhkan waktu selama 12 menit. Pada keadaan yang berbeda, jika alat tidak menggunakan mode pendinginan, maka membutuhkan waktu yang lebih lama dari sebelumnya yaitu selama 30 menit

V. Kesimpulan

Rancang bangun Dry Heat Sterilisator dilengkapi pengunci pintu otomatis dan pembuangan uap panas telah selesai dibuat berdasarkan perencanaan dan rancang bangun yang telah disusun. Terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan oleh penulis setelah mengalami serangkaian kegiatan pengujian alat yaitu :

- Pengujian lama waktu hinggassuhu yang tercapai sama dengan suhu setting membutuhkan waktu ± 10 menit.
- Titik pengujian dengan mengukur suhu chamber pada suhu setting 110°C didapatkan presentase keakurasian sebesar 98,87 %, pada suhu setting 120°C didapatkan presentase keakurasian sebesar 98,83%, dan pada suhu setting 130°C didapatkan presentase keakurasian sebesar 98,85%.
- Pengujian lama waktu menggunakan mode pendinginan membutuhkan waktu sebesar ± 12 menit dan tanpa menggunakan mode pendingin dapat memakan waktu ± 30 menit.

Saran yang dapat diberikan penulis agar alat Dry Heat Sterilisator bekerja lebih baik adalah sebagai berikut :

- Dalam merancang alat hendaknya ditambahkan roda untuk memudahkan mobilisasi alat dari satu tempat ke tempat lain.
- Menggunakan LCD yang ukurannya lebih besar agar dapat memuat lebih banyak keterangan dalam sekali tampil.
- Perlu ditambahkan sistem penutup saluran udara secara otomatis sehingga alat dapat bekerja dengan lebih efisien.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Wishnu Pandu Prayudha, S. Fadhil, and S. Novianto, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Alat Thermobath sebagai Alat Kalibrasi Temperatur dengan Sistem Arduino Uno," *J. Asimetrik J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 4, pp. 25–34, 2022, doi: 10.35814/asiimetrik.v4i1.2541.
- [2] P. Tille, "Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology," in *Basic Medical Microbiology*, Fourteenth.fourteenth: Elsevier, 2017, p. 45.
- [3] A. Nugraha, F. Priyulida, and E. Putra, "Perancangan Autoclave Berbasis Sistem Monitoring," *J. Teknol. Kesehat. dan Ilmu Sos.*, vol. 4, no. 1, pp. 239–247, 2022.
- [4] V. G. N and S. K.S, "Qualification of Autoclave," *Int. J. PharmTech Res*, vol. 9, no. 4, pp. 220–226, 2016.
- [5] M. Salsabila, *Rancang Bangun Dry Heat Sterilisator Dilengkapi Pengunci Pintu Otomatis Dan Pembuangan Uap Panas*. Jakarta: Fakultas Teknologi Rekayasa Elektromedis. Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II, 2022.
- [6] S. N, H. R, Rif'at, Zuraidah, and Qomariah, "Rancang Bangun Alat Sterilisasi Kesehatan," *Optimasi Ris. Ilmu Pengetah. Dan Teknol. Untuk Mewujudkan Sinergi Perguru. Tinggi dan Masy.*, vol. 2, no. 20–34, 2018.
- [7] M. Aditya and D. E. Myor, "Sistem Sterilisator Otomatis Berbasis Arduino Uno," *JTEIN J. Tek. Elektroin.*, vol. 1, no. 2, pp. 99–109, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.49.
- [8] C. O.D, *Sterilsator Botol Susu Bayi Berbasis Mikrokontroler*. Yogyakarta: Optimasi Riset Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Untuk MewujudPoliteknik Muhammadiyah Yogyakarta, 2016.
- [9] M. M. Febrianto, F. M. Akbar, and Y. Bintoro, "Prototipe Alat Pengering Pakaian Berbasis Arduino Uno," *J. Autocracy*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [10] Arduino, "Arduino Uno Rev3 | Arduino Official Store," *Store.arduino.cc. p. 1*, 2020.
- [11] E. A. Prasetya, "Ulasan Lengkap: Arduino Uno - Kelebihan dan Kekurangannya," *Arduino Indonesia*, 2024.
- [12] W. Pratama, "Rancang Sistem Kunci Pintu Dengan Back Up Baterai Berbasis RFID dan Arduino UNO," Universitas Medan Area, 2020.
- [13] G. F. Wiridiansyah *et al.*, "Evaluasi Keamanan Kunci Elektronik dalam Aplikasi Pengamanan Rumah," *J. Angka*, vol. 1, no. 1, pp. 17–31, 2024, [Online]. Available: <http://jurnalilmiah.org/journal/index.php/angka>
- [14] B. Tauhid, *Perancangan Inverter Satu Fasa PWM Dengan Teknik Eliminasi Harmonisa*. Pontianak: P.S.T Elektro, UT Pontianak, 2017.
- [15] R. A. Septiana, R., Roihan, I., Karnadi, J., & Koestoer, "Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ," in *SNTTM XVIII*, 2019.