

Ultrasonic Cleaner Dilengkapi Heater dan Pembuangan Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Meilia Safitri*¹, Amanda Sri Wahyuni¹, Aidatul Fitriyah²

¹Program Studi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia

²Rumah Sakit Akademik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

E-mail: meilia.safitri@vokasi.umy.ac.id, amanda.sri.vokasi18@mail.umy.ac.id

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/14304>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v4i1.14304>

Data Artikel:

Diterima:

24 Maret 2022

Direview:

17 Mei 2022

Direvisi:

07 Agustus 2022

Disetujui:

17 September 2022

Korespondensi:

meilia.safitri@vokasi.umy.ac.id

ABSTRAK

Ultrasonic cleaner merupakan alat pembersih yang memanfaatkan gelombang ultrasonic untuk memecah partikel yang menempel. Gelombang ini dihasilkan dari getaran atau vibrasi yang keluar melalui transduser ultrasonic. Ultrasonic cleaner biasanya digunakan untuk membersihkan peralatan medis seperti peralatan bedah, alat-alat laboratorium, serta beberapa alat optik sebelum dilakukan proses sterilisasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan ultrasonic cleaner dengan menggunakan gelombang ultrasonic dengan frekuensi 40 kHz. Untuk mempersingkat waktu pembersihan, alat ini menggunakan metode cavitation yakni pemanfaatan pemanas dengan suhu 50°C bertujuan agar cairan pembersih mudah larut sehingga dapat melebur kesegala arah pada instrument bedah yang sedang dibersihkan. Selain itu, sistem pembuangan air secara otomatis juga dirancang untuk menghindari kontak langsung antara tenaga medis dengan peralatan medis, karena virus atau bakteri dapat menempel pada peralatan setelah operasi. Berdasarkan hasil uji fungsi yang telah dilakukan, semua tombol, display, serta sistem pembuangan air secara otomatis berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sebagaimana semestinya. Disamping itu, Alat ini menunjukkan kemampuan yang baik dalam penurunan angka kuman sebesar 99,52%. Rata-rata error terbesar saat pengujian timer adalah 0,1%. Hasil pengujian suhu saat pembersihan memiliki rata-rata error sebesar 5,3%.

Kata Kunci: Cavitation, Pembuangan Air Otomatis, Ultrasonic Cleaner

ABSTRACT

An ultrasonic cleaner is a cleaning tool that uses ultrasonic waves to break up adhering particles. These waves are generated from vibrations or vibrations that come out through the ultrasonic transducer. Ultrasonic cleaners are used to clean medical equipment such as surgical equipment, laboratory equipment, and some optical instruments before the sterilization process. This study aims to design and implement an ultrasonic cleaner using ultrasonic waves with a frequency of 40 kHz. The developed tool uses the cavitation method, which uses a heater with a temperature of 50°C so that the cleaning fluid dissolves and can melt in all directions on the surgical instrument to shorten the cleaning time. In addition, the automatic drainage system is also designed to avoid direct contact between medical personnel and medical equipment because viruses or bacteria can stick to the equipment after surgery. Based on the results of the functional tests that have been carried out, all buttons, displays, and the automatic drainage system function properly and can be used as they should. In addition, this tool shows an excellent ability to reduce the number of germs by 99.52%. The most significant average error when testing the timer is 0.1%. The results of temperature testing during cleaning have an average error of 5.3%.

Keywords: Cavitation, Automatic Water Drainage, Ultrasonic Cleaner

1. PENDAHULUAN

Infeksi nosokomial merupakan infeksi yang terjadi di lingkungan rumah sakit atau pusat layanan kesehatan lain. Infeksi ini dapat terjadi pada perawat, dokter, pasien, maupun pekerja atau pengunjung rumah sakit[1]. Infeksi ini dapat disebabkan oleh virus atau bakteri yang menempel pada peralatan kesehatan yang digunakan sebelum alat tersebut dibersihkan dan disterilisasi. Peralatan bedah merupakan peralatan yang memiliki resiko infeksi nosokomial yang cukup tinggi karena peralatan ini bersinggungan langsung dengan tubuh pasien. Meskipun faktor resiko yang dimiliki

peralatan bedah cukup tinggi, namun sebagian besar rumah sakit masih membersihkan peralatan bedah secara konvensional yaitu hanya menggunakan air, detergen, serta sikat dan dilakukan secara manual dengan tangan. Proses pembersihan peralatan ini secara manual beresiko dapat meninggalkan noda bekas detergen atau sisa kotoran yang menempel yang akan meningkatkan jumlah bakteri. Proses pembersihan peralatan bedah di rumah sakit membutuhkan perhatian lebih, karena tidak hanya menyangkut kesehatan dan keselamatan pasien, namun juga dokter, perawat, serta petugas yang membersihkan peralatan tersebut. Untuk itu, dibutuhkan sebuah alat yang dapat membersihkan peralatan bedah tersebut yang dapat bekerja secara otomatis serta mengurangi interaksi langsung antara objek pembersihan dengan pengguna.

Salah satu alat kebersihan yang dapat membantu membersihkan peralatan bedah adalah ultrasonic cleaner[2-4]. Ultrasonic cleaner merupakan alat pembersih yang memanfaatkan gelombang ultrasonic untuk memecah partikel yang menempel[5, 6]. Gelombang ini dihasilkan dari getaran atau vibrasi yang keluar melalui transduser ultrasonic. Ultrasonic cleaner biasanya digunakan untuk membersihkan peralatan medis seperti peralatan bedah, alat-alat laboratorium, serta beberapa alat optik sebelum dilakukan proses sterilisasi[7]. Dalam proses pembersihan, alat ini menggunakan energi listrik untuk menjalankan semua komponen-komponennya serta media cairan pembersih. Umumnya, obyek yang dibersihkan memiliki bahan yang kokoh serta anti karat, seperti stainless steel maupun logam lainnya[8].

Sebelumnya telah dikembangkan ultrasonic cleaner oleh[2, 9]. Penelitian ini mengembangkan ultrasonic cleaner yang berfungsi untuk membersihkan instrument bedah dari bercak darah pasca operasi sebelum dilakukan sterilisasi dengan autoclave. Ultrasonic yang dikembangkan telah memiliki sistem pembuangan air otomatis yang bertujuan untuk meminimalisasi kontak langsung antara petugas kebersihan dengan peralatan bedah yang sedang dibersihkan. Namun, alat yang dikembangkan tersebut belum memiliki sistem pemanas sehingga proses pembersihan hanya dilakukan secara minimum.

Pada penelitian yang dilakukan oleh[10] mengembangkan ultrasonic cleaner dengan menambahkan pemanas yang membantu proses pembersihan untuk menjangkau sela-sela yang sulit dibersihkan hanya dengan menggunakan getaran ultrasonic. Namun, penelitian ini belum mempertimbangkan aspek kesehatan petugas kebersihan dengan adanya kontak langsung pada proses pembuangan air bekas cuci peralatan bedah yang penuh dengan bakteri.

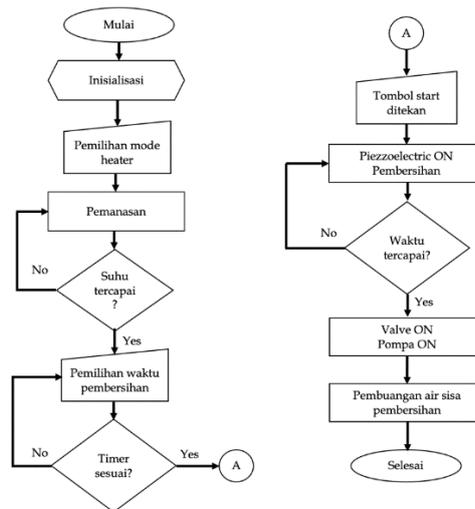
Penelitian[11] juga mengembangkan ultrasonic cleaner yang berfungsi untuk membersihkan peralatan bedah. Dalam penelitian ini ultrasonic cleaner yang dirancang belum menggunakan pemanas dan pembuangan air otomatis sehingga masih kurang efisien untuk digunakan. Selain itu, alat ini tidak diketahui keadaan awalnya, sehingga hasil yang didapat sulit disimpulkan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan ultrasonic cleaner yang berfungsi untuk membersihkan peralatan bedah setelah digunakan dalam operasi. Ultrasonic cleaner yang dirancang menggunakan gelombang ultrasonic dengan frekuensi 40 kHz[2, 12]. Untuk mempersingkat waktu pembersihan, alat ini menggunakan metode cavitation yakni pemanfaatan pemanas dengan suhu 50°C bertujuan agar cairan pembersih mudah larut sehingga dapat melebur kesegala arah pada instrument bedah yang sedang dibersihkan[9, 13, 14]. Selain itu, sistem pembuangan air secara otomatis juga dirancang untuk menghindari kontak langsung antara tenaga medis dengan peralatan medis, karena virus atau bakteri dapat menempel pada peralatan setelah operasi. Sistem ultrasonic cleaner yang dirancang menggunakan ATMega 328P sebagai kendali utama serta sensor DS18B20 yang berfungsi untuk memonitoring suhu selama proses pembersihan berlangsung. Selain itu, alat yang dirancang juga menggunakan sistem digital dengan memanfaatkan timer sebagai pewaktu yang di atur menggunakan saklar rotary dan menggunakan tombol start, stop, reset, dan pemilihan daya (35 watt dan 50 watt).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir

Dalam menggambarkan sistem kerja dengan lebih jelas lagi maka dibuatlah Diagram Alir seperti ditunjukkan oleh Gambar 1 berikut.

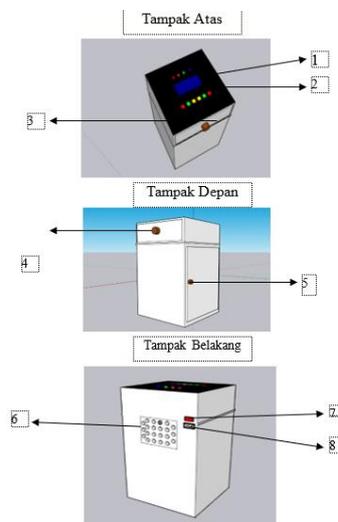


Gambar 1. Diagram Alir Alat

Ketika alat dihidupkan, inisialisasi sensor dan Display, selanjutnya pemilihan mode heater maka heater hidup jika menggunakan heater dan suhu tercapai maka "YA" lalu pemilihan durasi pembersihan jika "tidak" maka heater tetap hidup dan ketika tombol start ditekan timer mulai. Jika timer dimulai maka transduser aktif proses pembersihan dilakukan dan timer maka "YA" valve aktif dan selesai, jika timer mulai transduser on proses pembersihan "tidak" tercapai maka timer mulai kembali.

2.2. Desain Alat

Untuk mempermudah proses pembuatan alat, maka terlebih dahulu dilakukan proses desain alat yang akan dibuat, gambaran desain alat ini ditunjukkan oleh Gambar 2 berikut. Gambar 2 menunjukkan desain alat dilihat dari tampak atas, terdiri dari display LCD, lampu indikator alat dan tombol pemilihan menu. Pada tampak samping alat terdapat 2 pintu tempat penyimpanan chamber dan juga drigen sisa pembuangan air. Pada tampak belakang alat terdapat ventilasi udara, saklar ON/OFF, dan juga kabel power.



Gambar 2. Desain Alat

Keterangan:

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. Lampu Indikator | 5. Pintu 2 |
| 2. LCD | 6. Ventilasi Fan |
| 3. Tombol | 7. Tombol On/Off |
| 4. Pintu 1 | 8. Kabel Power |

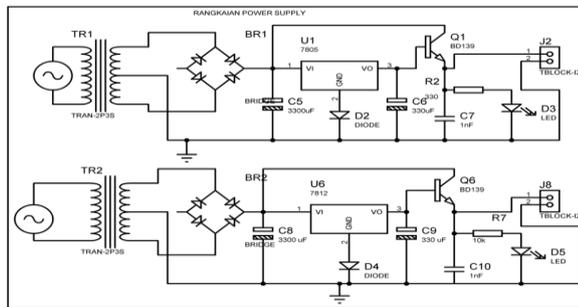
2.3. Rancangan Perangkat Keras

Pada perancangan alat Ultrasonic Cleaner, peneliti membuat diagram skematik alat yang terdiri dari gabungan rangkaian elektronika yang saling terintegrasi menjadi sebuah sistem. Gambar 3 menunjukkan perancangan perangkat keras secara keseluruhan yang mana terdapat beberapa rangkaian yaitu terdiri dari rangkaian power supply, rangkaian minimum system, rangkaian Display, rangkaian tombol, dan rangkaian driver.

2.3.1. Rangkaian Power Supply

Rangkaian catu daya dapat dilihat pada Gambar 3. Rangkaian catu daya berfungsi untuk memenuhi daya listrik yang dibutuhkan oleh alat. Gambar 3 tersebut menunjukkan rangkaian alat dengan menggunakan Input daya baterai dimana alat akan mendapat sumber tegangan positif dan ground.

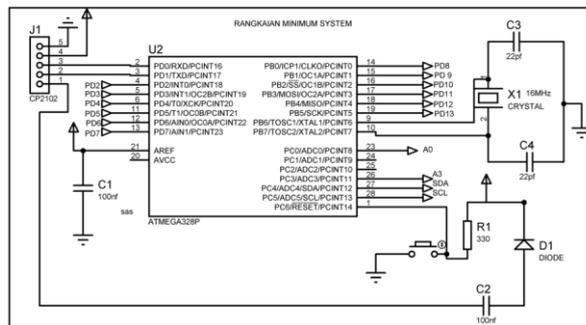
Sumber negatif (ground) dari baterai dan sumber positif dihubungkan dengan modul charger. Selanjutnya tegangan dialirkan ke step up untuk dinaikkan tegangannya dari 3,7 V menjadi 5 V. keluaran 5V dari step up ini selanjutnya akan ditambahkan saklar ON/OFF untuk memutus atau menyambungkan daya ke seluruh rangkaian.



Gambar 3. Power Supply

2.3.2. Rangkaian Minimum Sistem

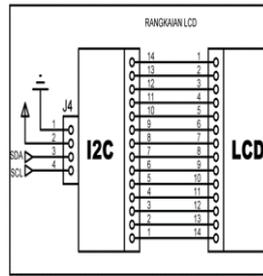
Rangkaian minimum system berfungsi sebagai otak pemroses dari semua data yang masuk dari sensor. Jenis IC yang digunakan pada rangkaian minimum system adalah IC ATmega 328P dengan setting pemrograman Arduino IDE. Skematik dari rangkaian minimum system ATmega 328P dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Rangkaian Minimum sistem

2.3.3. Rangkaian Display dan Tombol Alat

Gambar 5 menunjukkan rangkaian Display dan tombol. Rangkaian Display terdiri dari LCD karakter 20x4 yang dihubungkan pada rangkaian Arduino ATmega 328p pada pin SCL dan SDA sebagai komunikasi I2C dan pin VDD mendapatkan sumber 5V sedangkan pin VSS mendapatkan tegangan ground. Rangkaian tombol yang dirangkai secara Pull Up sebagai masukan ke rangkaian Arduino ATmega328p.

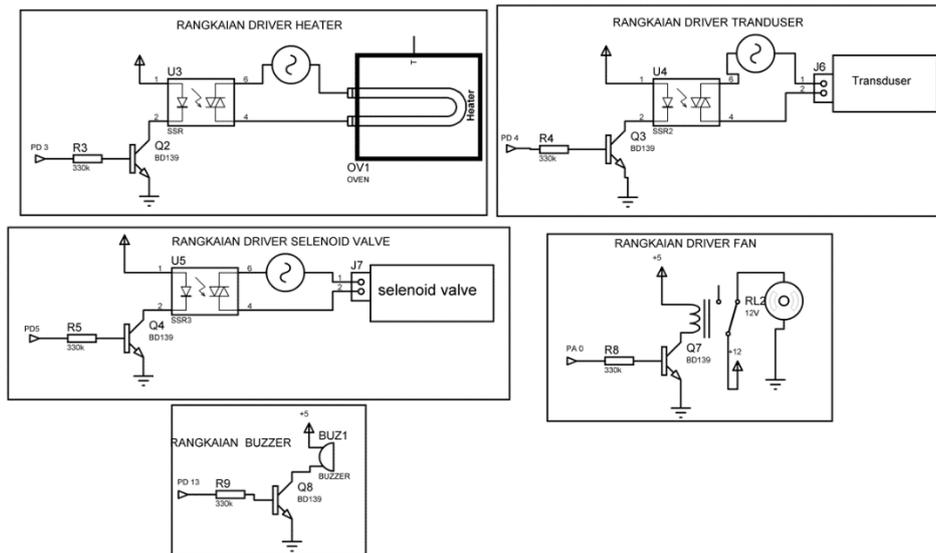


Gambar 5. Rangkaian Display dan Tombol

2.3.4. Rangkaian Driver

Gambar 6 menunjukkan Rangkaian driver heater berfungsi sebagai pengendali kerja heater hidup dan mati. Sistem kerja heater diatur untuk menjaga suhu ketika suhu yang diinginkan dalam proses telah tercapai. Ketika suhu berada dibawah 50 °C maka heater akan bekerja untuk memanaskan Chamber hingga suhu tercapai. Ketika suhu sudah tercapai maka sistem akan mengatur kerja hidup dan mati heater untuk menjaga suhu tetap berada pada suhu yang diinginkan.

Rangkaian driver transduser berfungsi sebagai pengendali waktu dalam proses pembersihan alat bedah selama waktu yang ditentukan. Solid State Relay (SSR) sebagai saklar elektronik. Rangkaian driver dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Driver Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Setting Timer

Tabel 1 sampai Tabel 4 berikut menyajikan hasil pengujian Setting Timer 5, 10, 15, dan 20 menit.

Tabel 1. Hasil Pengujian Setting Timer 5 menit

Waktu (menit)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran Waktu									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Stopwatch	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Modul Penelitian	5	5	5	5	4,96	5	5	5	5	5

Nilai hasil Timer modul penelitian dianggap sebagai nilai yang dikehendaki atau nilai sebenarnya dalam pengukuran sedangkan hasil pengujian timer oleh modul penelitian merupakan

nilai dari pengukuran yang dilakukan. Pada pengukuran ke-1 Stopwatch diperoleh nilai 5 menit dan pada Modul penelitian diperoleh nilai 5 menit yang berarti tidak terdapat selisih. Selisih nilai pembacaan paling kecil berada dipengukuran ke-5 sebesar 0,004 %. Dapat diketahui bahwa hasil pengukuran oleh Stopwatch menunjukkan nilai stabil dengan nilai 5 Menit, sementara oleh modul penelitian menunjukkan nilai timer yang kurang stabil pada 4,96 menit.

Tabel 2. Hasil Pengujian Setting Timer 10 menit

Waktu (menit)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran Waktu									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Stopwatch	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Modul Penelitian	10	9,98	10	9,98	9,98	9,98	10	10	10	10

Pada nilai pengukuran Stopwatch menit ke-1 sampai menit ke-10 bernilai sama dibandingkan dengan pengukuran modul penelitian, dimana pada pengukuran ke-1 Stopwatch diperoleh nilai 10 menit. Sedangkan pada modul penelitian diperoleh nilai rata rata 9,99 menit yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,1 menit.

Hasil pengukuran 10 menit dapat diketahui bahwa hasil pengukuran oleh Stopwatch menunjukkan nilai stabil sementara oleh modul penelitian menunjukkan nilai yang bervariasi pada rentang 9,98 menit sampai 10 menit.

Tabel 3. Hasil Pengujian Setting Timer 15 menit

Waktu (menit)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran Waktu									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Stopwatch	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Modul Penelitian	15	15	14,98	14,98	15	15	15	15	15	15

Pada nilai pengukuran Stopwatch lebih tinggi dibandingkan nilai pengukuran oleh modul penelitian dimana pada pengukuran ke-3 dan 4 nilai Stopwatch 15 menit sedangkan pada modul penelitian terdapat nilai 14,98 menit yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,04 menit dari keseluruhan pengukuran dalam 15 menit.

Dapat diketahui bahwa hasil pengukuran modul penelitian menunjukkan nilai menit bervariasi pada rentang 14,98 menit sampai 15 menit dan nilai Stopwatch menunjukkan nilai yang stabil pada angka 15 menit.

Tabel 4. Hasil Pengujian Setting Timer 20 menit

Waktu (menit)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran Waktu									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	Stopwatch	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Modul Penelitian	20	20	19,98	20	20	19,98	20	20	20	20

Pada nilai pengukuran Stopwatch lebih tinggi dibandingkan nilai pengukuran oleh modul penelitian dimana pada pengukuran ke-3 dan 6 nilai Stopwatch 20 menit sedangkan pada modul TA terdapat nilai 19,98 menit yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,006 menit dari keseluruhan dalam pengukuran 20 menit.

Dapat diketahui bahwa hasil pengukuran modul penelitian menunjukkan nilai menit bervariasi pada rentang 19,98 menit sampai 20 menit dan nilai Stopwatch menunjukkan nilai yang stabil pada angka 20 menit.

3.2. Rata-Rata Kesalahan Relatif (Waktu)

Tabel 5. Menunjukkan Rata-Rata Kesalahan Relatif

Waktu (menit)	Rata-rata (mV)		Kesalahan (menit)	Kesalahan Relative %
	Stopwatch	Modul TA		
5	5	4,996	0,004	0,08
10	10	9,99	0,01	0,1
15	15	14,994	0,006	0,04
20	20	19,994	0,006	0,03

Nilai hasil pengukuran timer setting pada Stopwatch dianggap sebagai nilai yang dikehendaki atau nilai sebenarnya dalam pengukuran sedangkan hasil pengukuran timer oleh modul penelitian merupakan nilai pengukuran yang dilakukan. Pada pengukuran timer setting 5 menit rata-rata hasil pengukuran oleh Stopwatch sebesar 5 menit dan modul penelitian sebesar 4,996 menit yang menunjukkan bahwa nilai Setting Timer 5 menit yang dihasilkan memiliki kecenderungan bernilai 4,996 menit dan nilai sebenarnya bernilai 5 menit, pada titik pengukuran ini diperoleh nilai kesalahan sebesar 0,004 menit, nilai kesalahan relative sebesar 0,08 %.

3.3. Hasil Pengujian Suhu

Pada pengujian suhu dilakukan dengan 2 mode yaitu saat cleaner off dan saat cleaner on.

Tabel 6. Menunjukkan Pengujian Suhu Pada Saat Cleaner Off

Suhu	Alat Ukur	Pada Saat Cleaner OFF									
		Hasil Pengukuran Suhu									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50 °C	Termometer	49,8	50,5	50,6	50,7	50,7	50,8	51	50,9	51,1	50,9
	Modul Penelitian	49,1	49	49	49,1	49	49,1	49	49	49,1	49,1

Pada Hasil pengukuran suhu pada proses pembersihan instrument bedah dengan membandingkan hasil pembacaan alat penelitian dan termometer saat mencapai suhu 50 °C dan membandingkan hasil pembacaan alat penelitian dengan termometer saat stabil di suhu 49 °C.

Kemudian pada proses pembersihan pada titik suhu pengukuran 50 °C, tanpa melakukan proses saat cleaner off dilakukan pengambilan data dengan mengukur suhu setelah proses pembersihan dari awal setting hingga suhu setting tercapai 50 °C.

Dapat diketahui bahwa hasil pengukuran modul penelitian menunjukkan nilai menit yang stabil pada rentang suhu 49 °C sampai 49,1 °C dan nilai Termometer menunjukkan nilai yang terus meningkat dari suhu 49,8 °C sampai rentang suhu 51 °C.

Tabel 7. Menunjukkan Pengujian Suhu Pada Saat Cleaner On

Suhu	Alat Ukur	Pada Saat Cleaner ON									
		Hasil Pengukuran Suhu									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50 °C	Termometer	49,5	51	52,6	52,6	53,1	53,3	54	53,4	53,4	53,6
	Modul Penelitian	49,1	49	49,2	49,4	49,8	50,2	50	50,5	50,1	50,1

Pada Tabel 7 Hasil pengukuran suhu pada proses pembersihan instrument bedah dengan membandingkan hasil pembacaan alat penelitian dan termometer saat mencapai suhu 50 °C dan membandingkan hasil pembacaan alat penelitian dengan termometer saat stabil di suhu 49 °C. Kemudian pada proses pembersihan pada titik suhu pengukuran 50 °C, dengan melakukan proses

saat Cleaner ON dilakukan pengambilan data dengan mengukur suhu setelah proses pembersihan dari awal setting hingga suhu setting tercapai 50 °C.

Dapat diketahui bahwa hasil pengukuran modul penelitian menunjukkan nilai suhu bervariasi pada rentang 49 °C sampai 50 °C dan nilai Termometer menunjukkan nilai yang juga bervariasi pada rentang suhu 49,5 °C sampai 53,6 °C.

3.4. Rata-Rata Kesalahan Relatif (Suhu)

Tabel 8. Menunjukkan Nilai Rata-Rata Kesalahan Relative Pada Suhu

Proses	Suhu	Rata-Rata (menit)		Kesalahan (menit)	Kesalahan Relatif (%)
		Termometer	Modul Penelitian		
Cleaner OFF	50	50,68	49,05	1,63	3,216258879
Cleaner ON	50	52,6	49,78	2,82	5,36121673

Pada pengukuran Suhu saat Cleaner OFF rata-rata hasil Suhu oleh Termometer sebesar 50,68 °C dan Modul penelitian diperoleh rata-rata 49,05 °C yang menunjukkan bahwa nilai pengukuran suhu yang dihasilkan memiliki kecenderungan bernilai 50,68 °C dan nilai yang sebenarnya adalah 49,05 °C, pada titik Cleaner OFF ini diperoleh nilai kesalahan (Menit) sebesar 1,63, dan nilai kesalahan relatif sebesar 3,216258879 %.

Nilai Suhu Termometer dianggap sebagai nilai yang dikehendaki atau nilai sebenarnya dalam pengukuran sedangkan hasil suhu oleh modul penelitian merupakan nilai dari pengukuran yang dilakukan. Pada pengukuran suhu saat Cleaner ON rata-rata hasil Suhu oleh Termometer sebesar 52,6 °C dan Modul penelitian 49,78 °C yang menunjukkan bahwa nilai sensitivitas yang dihasilkan memiliki kecenderungan bernilai 52,6 dan nilai yang sebenarnya adalah 49,78 °C, pada titik Cleaner ON ini diperoleh nilai kesalahan (Menit) sebesar 2,82 °C, dan nilai kesalahan relatif sebesar 5,36121673 %.

3.5. Hasil Pengujian Sampel (Nilai Bakteri)

Hasil pengujian sampel yang dilakukan saat pencucian instrument bedah dengan menggunakan metode pre-post sterilisasi, dilakukan pengecekan untuk mengetahui perbandingan angka kuman yang didapatkan. Hasil dari pengujian sampel ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Menunjukkan Hasil pengujian nilai Bakteri dari Sampel Bedah

No.	Jenis/Kode Sampel	Angka kuman (cfu/cm ²)	Metode
1.	Usap Spatula (<i>pre-sterilisasi</i>)	2,1 x 10	
2.	Usap Spatula dibilas menggunakan air RO +	0 - 1	
	cairan <i>solution</i> (<i>post-sterilisasi</i>)		
Persentase Penurunan (%)			99,52 %

Pada Tabel 9 Hasil pengujian sampel yang dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Yogyakarta pada tanggal 9 Agustus 2021 pukul 09.00 WIB, dengan sampel spatula dilakukan pengujian usap spatula menggunakan parameter pemeriksaan yaitu angka kuman. Hasil pengujian angka kuman pre-sterilisasi didapatkan angka kuman sebesar 2,1 x 10² cfu/cm² dan hasil pengujian post-sterilisasi didapatkan angka kuman sebesar 0-1 cfu/cm². CFU atau colony forming unit adalah unit yang digunakan dalam mikrobiologi untuk memperkirakan jumlah yang layak bakteri

atau jamur sel dalam sampel. Layak didefinisikan sebagai kemampuan untuk berkembang biak melalui pembelahan biner dalam kondisi yang terkendali.

Dari hasil pengujian bakteri pada Tabel 4.10 terdapat presentase penurunan angka sebesar 99,52 %. Hasil penurunan angka kuman sebesar 99,52 % mengindikasikan bahwa jumlah kuman yang dapat berkembang biak pada sampel saat telah dilakukannya pembersihan (post-sterilisasi) menggunakan alat Ultrasonic cleaner dengan melakukan pembilasan air RO dan Disinfektan solution memberikan nilai bakteri yang sangat sedikit dari nilai bakteri awal. Hal tersebut dipengaruhi dengan adanya penggunaan suhu pada air, yang dimana pada suhu tertentu dapat membunuh kuman dan dengan tambahan cairan disinfektan akan sangat membantu dalam pembersihan instrument bedah. Pada alat ini dapat dikatakan laik untuk pembersihan bakteri pada instrument bedah.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Setelah dilakukan percobaan, Modul Ultrasonic Cleaner mampu menghasilkan timer dengan setting 5, 10, 15, dan 20 menit dan suhu sebesar 50 °C serta display dapat menampilkan nilai timer dan suhu.
- b. Nilai Kesalahan Relatif Pada waktu 5 menit 0,08 %, pada waktu 10 menit 0,1 %, pada waktu 15 menit 0,04%, dan pada waktu 20 menit 0,03 % dengan frekuensi tetap 40 KHz.
- c. Nilai persentase kesalahan Relatif bernilai 3,216258879 % saat Cleaner OFF dan nilai kesalahan relatif Saat Cleaner ON bernilai 5,3612673 % yang mana masih didalam toleransi.
- d. Penggunaan heater sangat efektif untuk melakukan pembersihan hiangga kesela-sela alat dan dengan adanya pembuangan air otomatis yang menjaga user ataupun lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Safitri and G. A. Dinata, "Non-Contact Thermometer Berbasis Infra Merah," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 1, 2019, doi: <https://doi.org/10.24176/simet.v10i1.2647>.
- [2] O. Tommiska *et al.*, "FEM-based time-reversal technique for an ultrasonic cleaning application," *Applied Acoustics*, vol. 193, p. 108763, 2022/05/01/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.108763>.
- [3] X. Xu *et al.*, "Novel ultrasonic-assisted cleaner technology for cocoon brushing at low temperature," *Journal of Cleaner Production*, vol. 359, p. 132070, 2022/07/20/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132070>.
- [4] Z.-C. Zhang, X.-Q.-Y. Zhang, and M. Hu, "Simple ultrasonic-assisted clean graphene transfer," *Journal of Electronic Science and Technology*, p. 100168, 2022/08/05/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnlest.2022.100168>.
- [5] J. Guo, Y.-Y. Bian, K.-X. Zhu, X.-N. Guo, W. Peng, and H.-M. Zhou, "Reducing phytate content in wheat bran by directly removing the aleurone cell content with teeth roller mill and ultrasonic cleaner," *Journal of Cereal Science*, vol. 64, pp. 133-138, 2015/07/01/ 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.03.012>.
- [6] H. Hatta *et al.*, "A simple and rapid decalcification procedure of skeletal tissues for pathology using an ultrasonic cleaner with D-mannitol and formic acid," *Acta Histochemica*, vol. 116, no. 5, pp. 753-757, 2014/06/01/ 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.acthis.2014.01.006>.
- [7] M. Safitri, A. Pranaditya, B. Handoko, and S. Anggoro, "Design and implementation of automatic autoclave temperature and pressure data recording system," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1088, no. 1, p. 012081, 2021/02/01 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012081.
- [8] I. D. Syahwir; and V. Firmansyah, "Perbandingan Pembersihan Material Berbahan Stainless Steel Menggunakan Ultrasonic Cleaner dan Pembersihan Biasa," *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, vol. 8, no. 2, 2018, doi: <https://doi.org/10.24198/jmei.v8i2.18688>.

- [9] S. Asif *et al.*, "Cleaner production of methyl ester from non-edible feedstock by ultrasonic-assisted cavitation system," *Journal of Cleaner Production*, vol. 161, pp. 1360-1373, 2017/09/10/ 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.081>.
- [10] M. Ben Ticha *et al.*, "Ultrasonic extraction of *Parthenocissus quinquefolia* colorants: Extract identification by HPLC-MS analysis and cleaner application on the phytodyeing of natural fibres," *Dyes and Pigments*, vol. 141, pp. 103-111, 2017/06/01/ 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2017.02.002>.
- [11] M.-N. Pak, S.-C. Kim, S.-I. Sin, K.-C. Kim, and S.-S. Pak, "Research on the ultrasonic driving circuit of music rhythm driven method to suppress the noise of ultrasonic cleaner," *Applied Acoustics*, vol. 195, p. 108845, 2022/06/30/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.108845>.
- [12] T. Charasseangpaisarn and C. Wiwatwarrapan, "The effect of various frequencies of ultrasonic cleaner in reducing residual monomer in acrylic resin," *Ultrasonics*, vol. 63, pp. 163-167, 2015/12/01/ 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2015.07.005>.
- [13] J.-h. Bae, S.-b. Do, S.-h. Cho, K.-m. Lee, S.-E. Lee, and T.-O. Kim, "TiO₂ treatment using ultrasonication for bubble cavitation generation and efficiency assessment of a dye-sensitized solar cell," *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 83, p. 105933, 2022/02/01/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.105933>.
- [14] H. Xu, J. Tu, F. Niu, and P. Yang, "Cavitation dose in an ultrasonic cleaner and its dependence on experimental parameters," *Applied Acoustics*, vol. 101, pp. 179-184, 2016/01/01/ 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.08.020>.