

## Rancang Bangun Alat Pembersih Ultrasonik Berbasis Arduino Dilengkapi Pemanas dan Drainase

Yoniman Nipu<sup>1</sup>, Suhartono<sup>2</sup>, I Made Agus Mahardiananta<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektromedik, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Bali Internasional  
Jl. Seroja, Gang Jeruk No.9A, KelurahanTonja, Denpasar-Bali

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Laboratorium Medik, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Bali Internasional  
Jl. Seroja, Gang Jeruk No.9A, KelurahanTonja, Denpasar-Bali

e-mail: [yonimannipu96@gmail.com](mailto:yonimannipu96@gmail.com)<sup>1</sup>, [harrisuhartono@yahoo.com](mailto:harrisuhartono@yahoo.com)<sup>2</sup>, [agumahardianta@iikmpbali.ac.id](mailto:agumahardianta@iikmpbali.ac.id)<sup>3</sup>

Received : Agustus, 2022

Accepted : Oktober, 2022

Published : Oktober, 2023

### Abstract

*The hygiene factor of medical instruments is important to avoid nosocomial infections in health care facilities. This research is the design of an Arduino Uno-based ultrasonic cleaning device equipped with heating and drainage. This unit has two varian, with heating and without heating. This unit also has three frequency options mode I = 30 KHz, mode II = 35 KHz, mode III = 40 KHz. Time setting, maximum temperature setting for heating and drainage options whose functions make it easier for user. when finished cleaning. This study is Research and Development method, which a research method to produce certain products and test the effectiveness of the product. The research is the study of ultrasonic cleaners that have gone through function tests and trials. The trial is effective in cleaning medical instruments for more clean. instrument cleaning is carried out using a heating or non-heating option, which aims to compare the effectiveness of the cleaning process at the same time as the frequency selection (mode I = 30 KHz, mode II = 35 KHz, mode III = 40 KHz), as well as timing (3 minutes, 6 minutes, 9 minutes). The test results show that this produces more effective cleaning when using heater than without it. The results obtained from the heating and non-heating cleaning processes appear that medical instruments are brighter and cleaner. While the average result of the accuracy test of mode I = 30 KHz is 30.47 KHz, the frequency of mode II = 35 KHz is 34.85 KHz, the frequency of mode III = 40 KHz is 40.08 KHz. The average result of the accuracy test for 3 minutes is 3.0042, 6 minutes is 5.5939, 9 minutes is 8.5831. while the test results for the average accuracy of the thermocouple temperature readings on the instrument and the temperature on the mercury thermometer are: 37.8500 thermocouple and 37.9500 mercury thermometer.*

*Key words: ultrasonic cleaner, arduino uno, medical instrument, frequency, temperature, time.*

### Abstrak

Faktor kebersihan instrumen medis merupakan salah satu upaya untuk menghindari infeksi nosokomial di fasilitas pelayanan kesehatan. Penelitian ini adalah rancang bangun alat pembersih ultrasonik berbasis arduino uno dilengkapi pemanas dan drainase. Alat ini memiliki dua pilihan yaitu dilengkapi pemanas dan tanpa pemanas dengan memiliki tiga pilihan frekuensi yaitu mode I = 30 KHz, mode II = 35 KHz, mode III = 40 KHz, pengaturan waktu, pengaturan suhu maksimal untuk pilihan pemanas serta drainase yang fungsinya mempermudah pengguna ketika selesai melakukan pembersihan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* yaitu metode penelitian untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji efektifitas produk. Penelitian berisi kajian pembersih

ultrasonik yang melalui uji fungsi dan uji coba. Uji coba alat pembersih ultrasonik ini efektif membersihkan instrumen medis dengan lebih bersih. Pembersihan instrumen dilakukan menggunakan pilihan pemanas maupun tanpa pemanas yang bertujuan untuk membandingkan tingkat efektifitas proses pembersihan berbarengan dengan pemilihan frekuensi (mode I = 30 KHz, mode II = 35 KHz, mode III = 40 KHz), serta pemilihan waktu (3 menit, 6 menit, 9 menit). Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini menghasilkan pembersihan yang lebih efektif ketika menggunakan pemanas dibandingkan dengan tanpa pemanas. Hasil yang didapatkan dari proses pembersihan dengan pemanas dan tanpa pemanas tampak instrumen medis lebih cerah dan lebih bersih. Sementara hasil rata-rata uji akurasi frekuensi mode I = 30 KHz adalah 30.47 KHz, frekuensi mode II = 35 KHz adalah 34.85 KHz, frekuensi mode III = 40 KHz adalah 40.08 KHz. Hasil rata-rata uji akurasi waktu menghasilkan 3 menit adalah 3.0042, 6 menit adalah 5.5939, 9 menit adalah 8.5831. sedangkan hasil uji akurasi rata-rata pembacaan suhu termokopel pada alat dan suhu pada thermometer air raksa adalah: termokopel 37,8500 dan thermometer air raksa 37,9500.

Kata kunci: *Pembersih ultrasonik, arduino uno, instrumen medis, frekuensi, suhu, waktu.*

## 1. PENDAHULUAN

Instrumen merupakan peralatan medis yang bukan merupakan mesin dan memiliki sistem kerja mekanis baik satu alat atau merupakan set atau gabungan dari berbagai alat – alat yang menjadi satu kesatuan. Instrumen medis antara lain instrumen bedah, instrumen laboratorium maupun instrumen lainnya [9]. Instrumen-instrumen selalu diperhatikan tingkat kebersihan terhadap dampak nosokomial karena dapat menyebabkan tertularnya virus atau bakteri terhadap petugas, pasien maupun orang-orang disekitar.

Pembersihan instrumen medis biasanya menggunakan dua cara yakni dengan cara manual dan cara mekanis/mesin. pembersihan dengan manual menggunakan waktu yang cukup lama, dan harus menggunakan APD yang lengkap untuk perlindungan dari benda-benda tajam. Pada umumnya, petugas medis di rumah sakit melakukan pembersihan instrumen medis secara manual, hal tersebut dapat membahayakan petugas medis karena akan berdampak pada terjadinya infeksi nosokomial yang diakibatkan oleh tertularnya virus atau bakteri pada instrumen medis tersebut. Oleh karena itu, salah satu alternatif terbaik adalah dengan menggunakan metode pembersihan mekanis (pembersih ultrasonik) yang memanfaatkan gelombang ultrasonik karena lebih aman dibandingkan dengan pencucian manual dalam menghindari resiko terkena tusukan instrumen, ceceran air di area dekontaminasi, dan sebagainya [5].

Adapun penelitian pertama yang dilakukan oleh Nia Arissah Gultom 2017 dengan judul Rancang Bangun Mesin Cuci Souvenir Ultrasonik 40 KHz Berbasis Atmega328 dengan pilihan frekuensi terbatas yakni 40 KHz. Dari penelitian tersebut, peneliti mengamati kaca mata dengan frekuensi yang ada menggunakan

pemilihan waktu 250 detik dan 300 detik. Pada peneliti kedua oleh Cut Ardilla 2017 dengan judul Rancang Bangun Mesin Pembersih Memanfaatkan Transduser Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Atmega328, menambahkan mode Up dan Down untuk pemilihan frekuensi dari kisaran 20 KHz dan 40 KHz.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan untuk mengatasi kekurangannya, maka pada penelitian ini dibuat rancang bangun alat pembersih ultrasonik berbasis mikrokontroler arduino untuk pembersihan instrumen dengan pemilihan frekuensi (30 KHz, 35 KHz, 40 KHz) dan penambahan pemanas untuk mempercepat proses pembersihan. Selain itu juga peneliti menambahkan drainase yang fungsinya sebagai pembuangan air manual dengan menggunakan kran biasa dalam memudahkan pengguna ketika selesai pembersihan.

Tujuan penelitian skripsi ini dikaitkan dengan rumusan masalah yaitu mampu merealisasikan alat yang dapat membersihkan instrumen lebih efektif dengan dua pilihan menu baik tanpa pemanas atau dengan pemanas, dengan berdasarkan pokok kajian teoritis dan empiris serta tujuan penelitian yang hendak dicapai. Hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan yaitu dengan mode/pilihan frekuensi dan penambahan pemanas pada pembersih ultrasonik dapat lebih efektif dalam membersihkan kotoran pada instrumen medis.

### 1.1. KAJIAN PUSTAKA

#### 1.1.1. Instrumen Medis

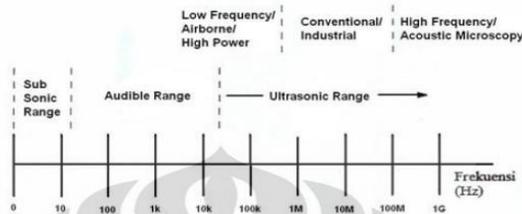
Instrumen merupakan peralatan medis yang bukan merupakan mesin dan memiliki sistem kerja mekanis baik satu alat atau merupakan set atau gabungan dari berbagai alat – alat yang menjadi satu kesatuan. Instrumen medis antara lain instrumen bedah,

instrumen laboratorium maupun instrumen lainnya. Instrumen – instrumen tersebut selalu diperlakukan secara khusus mengenai tingkat kebersihan maupun sterilisasi terhadap dampak dari nosokomial [9].

### 1.1.2. Gelombang Ultrasonik

Ultrasonik adalah gelombang suara yang memiliki frekuensi di atas batas pendengaran manusia. Batas pendengaran manusia berbeda-beda namun, pada umumnya frekuensi batas pendengaran manusia adalah 20 Hz – 20 KHz. Gelombang ultrasonik memiliki frekuensi 20 KHz bahkan mencapai 1 GHz, jika melebihi 1 GHz maka disebut hipersonik [7].

*Range* frekuensi terbagi menjadi tiga bagian yaitu *range* infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik. *Range* infrasonik yaitu bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz, contohnya adalah suara jangkrik dan gelombang gempa. *Range* audiosonik yaitu bunyi dalam jangkauan frekuensi antara 20 – 20.000 Hz, contohnya adalah suara yang dapat di dengar manusia. *Range* ultrasonik yaitu bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz, contohnya adalah suara yang biasa digunakan oleh lumba-lumba dan anjing [7]. Gambar 2.1 menunjukkan tentang *range* frekuensi.



Gambar 1. Range Frekuensi Ultrasonik [7]

### 1.1.3. Pembersih Ultrasonik/Ultrasonic Cleaner (UC)

Metode pembersihan saat ini sudah berkembang dengan penggunaan ultrasonik. Ultrasonik merupakan sebuah sensor yang memancarkan gelombang frekuensi tertentu yaitu 20 kHz hingga 20 MHz. Pada Frekuensi 40 kHz pembersihan lebih efektif dibandingkan frekuensi di bawah 25 kHz ataupun diatas 60 kHz [8].

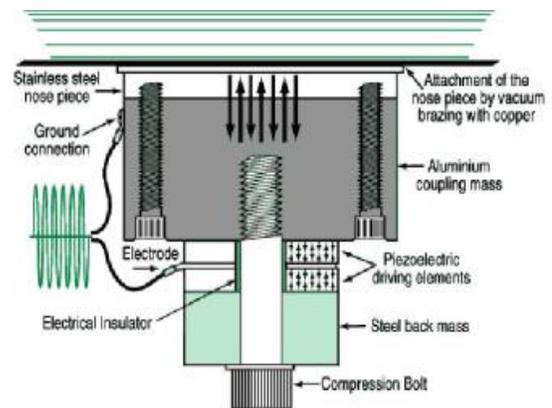
Pembersih ultrasonik adalah mesin untuk membersihkan peralatan setelah pakai. Tentunya pembersih ultrasonik dapat mempercepat proses pembersihan dengan cara membenamkan alat yang ingin dibersihkan ke dalam tangki cairan yang diberikan frekuensi tinggi gelombang suara yaitu ultrasonik [2].

Pembersih ultrasonik menggunakan metode *ultrasound*, dimana metode ini menggunakan vibrasi atau getaran yang dihasilkan dari transduser ultrasonik untuk memecah partikel yang menempel pada objek melalui media air. Proses pembersih ultrasonik tergantung pada frekuensi gelombang ultrasonik, bahan kimia yang digunakan, dan kadar berat bagian yang dibersihkan. Bahan kimia yang digunakan dalam pembersih ultrasonik berfungsi untuk menentukan bahan yang dapat dibersihkan dan berapa lama membersihkan kontaminasi [1].

### 1.1.4. Transduser Ultrasonik

Transduser ultrasonik adalah komponen elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Gelombang suara ultrasonik adalah gelombang suara yang tidak dapat didengar oleh manusia secara normal karena frekuensi gelombang ultrasonik diatas 20 KHz [2].

Prinsip kerja dari transduser, mula-mula energi listrik pada frekuensi ultrasonik yang dihasilkan oleh ultrasonik generator diberikan ke transduser ultrasonik. Energi listrik tersebut akan diubah menjadi energi mekanik oleh elemen piezoelektrik yang berada dalam transduser dengan cara bervibrasi. Hasil vibrasi ini kemudian akan diperkuat dengan cara resonansi masal dan kemudian dipancarkan secara langsung ke medium melalui sebuah plat menjadi gelombang ultrasonik [10].



Gambar 2. Transduser Piezoelektrik [10]

Gambar 2.2 merupakan salah satu bentuk transduser dimana dapat mengubah energi listrik bolak-balik secara langsung menjadi energi mekanik melalui penggunaan efek piezoelektrik dimana material tertentu mengubah dimensi ketika muatan listrik diterapkan padanya [3].

### 1.1.5. Elemen Pemanas/Heater

Elemen pemanas merupakan piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses *Joule Heating*. Prinsip kerja elemen pemanas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan [5].

Penggunaan pemanas sebagai pelengkap karena panas dapat meningkatkan dan mempercepat proses pembersihan serta dengan suhu yang optimal, dapat mempercepat pembersihan, hingga terbersih dan teraman. Suhu untuk pembersihan umum terutama untuk benda yang sedikit kotor menggunakan air hangat yaitu 40°C dan untuk pembersihan yang ditingkatkan seperti menghilangkan noda yang kasar, bahan bakar (minyak) dan endapan, karat dari logam direkomendasikan melakukan pra-perendaman dalam rendaman ultrasonik deterjen agar melunakkan endapan yang tidak diinginkan sementara dipanaskan dalam rentang suhu operasi cairan [6]. Gambar 2.3 menunjukan gambar elemen pemanas.



Gambar 3. Elemen Pemanas [9]

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* yaitu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan akan suatu produk tersebut (Sugiyono, 2014:407). Berdasarkan teori dari Sugiyono (2012: 409), langkah – langkah penelitian atau proses pengembangan ini terdiri atas kajian atas temuan penelitian produk yang akan dikembangkan,

mengembangkan produk atas dasar temuan- temuan tersebut, melakukan uji coba lapangan sesuai dengan latar dimana produk tersebut akan dipakai, serta melakukan revisi terhadap hasil uji lapangan. Berikut adalah rancangan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan :

1. Mengobservasi pembersih ultrasonik yang telah ada di pasaran.
2. Merancang alat pembersih ultrasonik berbasis arduino uno dengan dilengkapi pemanas dan drainase.
3. Menguji dengan mengukur parameter alat pembersih ultrasonik berupa frekuensi, waktu dan suhu.
4. Menguji instrumen yang menjadi sampel dengan menggunakan alat yang dibuat dengan perbandingan frekuensi, pemanas serta tanpa pemanas kemudian dibandingkan hasilnya.

Objek penelitian ini adalah dengan pengumpulan data pengukuran kuantitatif. Cara pengamatannya dengan pengukuran langsung pada alat dengan memakai pedoman observasi, dalam hal ini akurasi frekuensi, waktu, dan suhu akan diukur dan diuji dengan alat ukur standar (terkalibrasi) seperti osiloskop, *stopwach* dan termometer. Selain itu juga akan dilakukan uji menggunakan kasat mata terkait hasil perbandingan sampel pembersihan baik tanpa pemanas maupun dengan pemanas.

### 2.1. Metode Pengumpulan Data

Objek penelitian ini adalah alat pembersih ultrasonik berbasis arduino dilengkapi pemanas dan drainase. Cara pengamatannya adalah melakukan pengukuran langsung pada alat dengan mengobservasi memakai pedoman observasi. Dalam hal ini frekuensi, waktu, dan suhu (pemanas) yang akan diukur dengan alat ukur.

Cara pengumpulan data yang dilakukan untuk membuat alat ini adalah menggunakan metode observasi yang mana peneliti melihat jurnal-jurnal peneliti sebelumnya terkait alat pembersih ultrasonik yang telah dibuat dan kekurangan-kekurangannya dan juga peneliti menyiapkan termometer, osiloskop, dan stopwatch untuk membandingkan dengan alat yang nantinya dihasilkan/dibuat oleh peneliti.

### 2.2. Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan secara manual dan komputerisasi. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk gambar, perhitungan dan statistik. Data yang dianalisis dalam penelitian ini menggunakan data primer dimana didapatkan dari

hasil pengukuran. Adapun data primer yang akan di analisis antara lain:

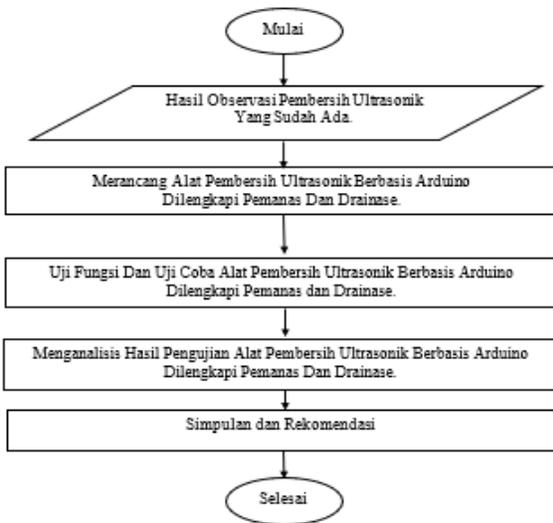
1. Perbandingan mode/pilihan frekuensi pada pembersih ultrasonik.

Pada perbandingan ini dilakukan berdasarkan tiga mode/pilihan frekuensi yang sudah terdapat pada alat pembersih ultrasonik, dimana setiap mode/pilihan frekuensi akan dibandingkan dengan pilihan waktu tertentu pada proses pembersihan.

2. Perbandingan pembersih ultrasonik tanpa pemanas dan dengan pemanas

Pada proses ini, peneliti membandingkan antara kedua parameter tersebut yakni pembersih ultrasonik tanpa pemanas dan pembersih ultrasonik dengan pemanas yang cara kerjanya menggunakan pilihan waktu dan mode/pilihan frekuensi yang sama untuk mengetahui keefektifan pembersih ultrasonik baik tanpa pemanas maupun dengan pemanas.

### 2.3. Alur Penelitian



## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengujian Frekuensi

Pengujian frekuensi menggunakan pembandingan osiloskop dengan pengaturan frekuensi 30 KHz sebanyak 10 kali pengulangan, 35 KHz sebanyak 10 kali pengulangan, dan 40 KHz sebanyak 10 kali pengulangan. Hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian Frekuensi 30 KHz

Hasil Pengukuran Frekuensi 30 KHz			
No	Pada Alat UC (KHz)	Pada Osiloskop Digital Merek UNI-T (KHz)	Selisih (KHz)
1	30,00	30,33	0,33
2	30,00	29,65	0,35
3	30,00	30,64	0,64
4	30,00	30,55	0,55
5	30,00	31,04	1,04
6	30,00	30,34	0,34
7	30,00	29,98	0,02
8	30,00	31,13	1,13
9	30,00	30,59	0,59
10	30,00	30,44	0,44
11	Rata-Rata	30,47 KHz	
12	Simpangan Error	0,47 KHz	
13	Presentase Error %	1,56 %	

Tabel 2. Pengujian Frekuensi 35 KHz

Hasil Pengukuran Frekuensi 35 KHz			
No	Pada Alat UC (KHz)	Pada Osiloskop Digital Merek UNI-T (KHz)	Selisih (KHz)
1	35,00	35,01	0,01
2	35,00	34,79	0,21
3	35,00	34,32	0,68
4	35,00	34,69	0,31
5	35,00	35,00	0,00
6	35,00	35,30	0,30
7	35,00	34,74	0,26
8	35,00	34,68	0,32
9	35,00	35,80	0,80
10	35,00	34,13	0,87
11	Rata-Rata	34,85 KHz	
12	Simpangan Error	- 0,15 KHz	
13	Presentase Error %	0,43 %	

Tabel 3. Pengujian Frekuensi 40 KHz

Hasil Pengukuran Frekuensi 40 KHz			
No	Pada Alat UC (KHz)	Pada Osiloskop Digital Merek UNI-T (KHz)	Selisih (KHz)
1	40,00	40,64	0,64
2	40,00	40,34	0,34
3	40,00	40,88	0,88
4	40,00	40,33	0,33
5	40,00	39,32	0,68
6	40,00	39,00	1,00
7	40,00	39,68	0,32
8	40,00	40,06	0,06
9	40,00	41,01	1,01
10	40,00	39,51	0,49
11	Rata-Rata	40,08 KHz	
12	Simpangan Error	0,08 KHz	
13	Presentase Error %	0,2 %	

### 3.2. Pengujian waktu

Pengujian menggunakan pembandingan stopwatch dengan pengaturan waktu 3 menit, 6 menit, dan 10 menit. Masing-masing waktu diuji sebanyak 10 kali pengulangan. Hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Pengujian Waktu Selama 3 Menit

Hasil Pengukuran Waktu Selama 3 Menit			
No	Waktu Alat UC	Stopwatch	Selisih
	Minute:Second:Milli Second	Minute:Second:Milli Second	Second:Milli Second
1	03:00:00	03:00:36	+36 ms
2	03:00:00	03:00:45	+45 ms
3	03:00:00	03:00:41	+41 ms
4	03:00:00	03:00:30	+30 ms
5	03:00:00	03:00:47	+47 ms
6	03:00:00	03:00:32	+32 ms
7	03:00:00	03:00:46	+46 ms
8	03:00:00	03:00:48	+48 ms
9	03:00:00	03:00:51	+51 ms
10	03:00:00	03:00:43	+43 ms
11	Rata-Rata	3,0042	
12	Simpangan Error	0,0042	
13	Presentase Error %	0,14 %	

Tabel 2. Pengujian Waktu Selama 6 Menit

Hasil Pengukuran Waktu Selama 6 Menit			
No	Waktu Alat UC	Stopwatch	Selisih
	Minute:Second:Milli Second	Minute:Second:Milli Second	Second:Milli Second
1	06:00:00	05:59:48	-12 ms
2	06:00:00	05:59:51	-09 ms
3	06:00:00	05:59:25	-35 ms
4	06:00:00	05:59:30	-30 ms
5	06:00:00	05:59:42	-18 ms
6	06:00:00	05:59:21	-39 ms
7	06:00:00	05:59:35	-25 ms
8	06:00:00	05:59:38	-22 ms
9	06:00:00	05:59:47	-13 ms
10	06:00:00	05:59:52	-08 ms
11	Rata-Rata	5,5939	
12	Simpangan Error	0,0021	
13	Presentase Error %	0,03 %	

Tabel 3. Pengukuran Waktu Selama 9 Menit

Hasil Pengukuran Waktu Selama 9 Menit			
No	Waktu Alat UC	Stopwatch	Selisih
	Minute:Second:Milli Second	Minute:Second:Milli Second	Second:Milli Second
1	09:00:00	08:58:41	-01:19 ms
2	09:00:00	08:58:37	-01:23 ms
3	09:00:00	08:58:28	-01:32 ms
4	09:00:00	08:58:26	-01:34 ms
5	09:00:00	08:58:32	-01:28 ms
6	09:00:00	08:58:45	-01:15 ms
7	09:00:00	08:58:36	-01:24 ms
8	09:00:00	08:58:21	-01:39 ms
9	09:00:00	08:58:28	-01:32 ms
10	09:00:00	08:58:20	-01:40 ms
11	Rata-Rata	8,5831	
12	Simpangan Error	0,0129	
13	Presentase Error %	0,14 %	

### 3.3. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian suhu menggunakan alat ukur termometer air raksa dengan pengaturan suhu maksimal 40 derajat. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Pengujian Suhu Menggunakan

	N	Minimum	Maksimum%	Mean	Std.Deviation
Termokopel	10	26,25	41,75	37,8500	5,27863
Air Raksa	10	26,00	42,00	37,9500	5,35127
Selisih	10	-0,25	0,25	-0,1000	0,21082
Valid N (Listwise)	10				

### 3.4. Pengujian Dan Perbandingan Pembersihan Tanpa Pemanas Dan Dengan Pemanas

Pengujian perbandingan pembersihan menggunakan sampel instrumen berupa sendok, garpu dan sumpit yang telah dibaluri darah ayam sebagai pengganti darah manusia yang kemudian dikeringkan sebelum dibersihkan menggunakan 2 pilihan menu, baik itu tanpa pemanas maupun dengan pemanas. Hasil perbandingan pengujian dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Pengujian Dan Perbandingan Pembersihan Tanpa Pemanas Dan Dengan Pemanas.

Waktu (Menit)	Pembersihan Tanpa Pemanas			Pembersihan Dengan Pemanas		
	Frekuensi			Frekuensi		
	30 KHz	35 KHz	40 KHz	30 KHz	35 KHz	40 KHz
3	Kurang Bersih	Kurang Bersih	Sedikit Bersih	Bersih	Bersih	Bersih
6	Kurang Bersih	Sedikit Bersih	Bersih	Sangat Bersih	Sangat Bersih	Sangat Bersih
9	Sedikit Bersih	Bersih	Bersih	Sangat Bersih	Sangat Bersih	Sangat Bersih

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Dari hasil yang didapat diketahui bahwa pembersihan lebih efektif adalah bila ditambahkan dengan pemanas karena hasil pembersihan dengan penambahan pemanas jauh lebih berbeda dengan hasil pembersihan tanpa pemanas. Hasil pembersihan dengan pemanas lebih maksimal terutama mengenai tingkat kebersihan yang nampak lebih bersih dan cerah dibanding tanpa menggunakan pemanas. Selain itu, dengan pemanas juga dapat mempercepat proses pembersihan, terutama untuk mengangkat noda atau bercak darah yang mengeras atau susah lepas sehingga instrumen akan lebih mudah dibersihkan.
2. Pada percobaan ini menggunakan waktu 3 menit, 6 menit dan 9 menit dikarenakan biasanya pada penggunaan pembersihan ultrasonik digunakan 3 sampai 6 menit, tetapi ada juga yang menggunakannya sampai 20 menit. Selain itu juga peneliti menggunakan frekuensi 30 KHz, 35 KHz dan 40 KHz karena pada umumnya alat ultrasonik yang dipakai untuk pembersihan instrumen pada rumah sakit hanya menggunakan 40 KHz.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardilla, Cut. 2017. "Rancang Bangun Mesin Pembersih Memanfaatkan Transduser Ultrasonic Berbasis Mikrokontroler Atmega328" (skripsi). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [2] Didik, Dkk. 2020. "Aplikasi Penggunaan Mesin Ultrasonic Cleaner Pada Alat Bedah di RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta." Jurnal Teknik.
- [3] Fathoni, Mokhammad Halim, and Muhammad Rivai. 2013. "Perancangan, Pembuatan dan Karakterisasi Transduser Ultrasonik 3,5 MHz untuk Pengujian Bahan Padat." Jurnal Teknik ITS 2.1 Volume: F84-F89.
- [4] Gultom, Nia Arissah. 2017. "Rancang Bangun Mesin Cuci Souvenir Ultrasonic 40 Khz Berbasis ATMEGA 328." (Skripsi). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [5] Setiawan, dkk. 2016. "Ultrasonic Cleaner Berbasis Mikrokontroler ATMEGA". Jurnal Seminar Tugas Akhir.
- [6] Shesto. 2019. "Panduan Penggunaan Pembersih Ultrasonik". [www.Shesto.com](http://www.Shesto.com).
- [7] Sulistia, Aftiyah. 2019. "Desain Dan Implementasi Pembangkit Frekuensi 30-50 Khz Dengan Teknik Pulse Width Modulation Berbasis Arduino Untuk Aplikasi Ultrasonic Cleaner". (Skripsi). Lampung: Universitas Lampung.
- [8] Syahwir, dkk. 2018. "Perbandingan Pembersihan Material Berbahan Stainless Steel Menggunakan Ultrasonic Cleaner dan Pembersihan Biasa". Jurnal Material dan Energi Indonesia. Vol: 08, No. 02. Hal. 1 – 5.
- [9] Wutsqaa, Urwatul. 2020. "Inovasi Sterilisasi Instrumen Bedah Teknologi Tenaga Surya". <https://identitasunhas.com/inovasi-sterilisasi-instrumen-bedah-teknologi-tenaga-surya> (diakses 19 februari 2020)
- [10] Zubair, achmad. 2018. "ultrasonic cleaner berbasis (fpga) field programable gate array" (Tesis). Makasar: Universitas Hasanuddin.