

Sterilisator Kering Berbasis Arduino dengan Teknologi Ozon dan Pemanas

Wira Salira¹, Dedi Nurcipto², Patrisius Kusi Olla³

^{1,3}Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang

Jl. Kolonel Warsito Sugiarto KM. 2,5 Sadeng, Gunungpati

²Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Imam Bonjol No.207, Semarang 50131, Indonesia

e-mail: wirasalira@gmail.com¹, dedi.nurcipto@dsn.dinus.ac.id²

Abstract

Sterilization is a process of managing tools or materials that aims to destroy all forms of microbial life including endospores which are carried out by chemical or glass processes. To optimize health services, both in hospitals and health clinics, they must be equipped with medical equipment that is adequate and sterile from microorganisms. Therefore, sterilization of medical equipment is needed to avoid the possibility of spreading disease from patient to patient. The purpose of this research is to design and build a dry sterilizer based on Arduino Uno with ozone technology which is equipped with a timer and temperature control. This sterilizer is designed to use an ozone generator and heater whose temperature is controlled by a PID system. Using a thermocouple sensor whose reading results are displayed on a 20x4 LCD. The results of the function test showed that the average temperature reading on the tool was 80.16°C and the average temperature on the thermometer was 79.86°C with a percent temperature error of 0.0037%. The results of the timer function test show an average result of 0.25 minutes. Based on the results of laboratory tests using the sterility test parameters, the results showed that there was still growth of germs after the sterilization process due to the influence of temperature and the duration of sterilization. Therefore, the tool made is already close to the planning that the researcher wants. This tool can also be used in student learning to find out the parts of the working principle of this tool.

Keywords: Dry Sterilizer, Arduino, Ozone, Heater, Timer

Abstrak

Sterilisasi adalah suatu proses pengelolaan alat atau bahan yang bertujuan untuk menghancurkan semua bentuk kehidupan mikroorganisme termasuk endospora yang dilakukan dengan proses kimia atau fisika. Untuk mengoptimalkan pelayanan kesehatan baik di rumah sakit maupun klinik kesehatan maka harus ditunjang dengan peralatan medis yang memadai dan steril dari mikroorganisme, maka dari itu diperlukan sterilisasi peralatan medis untuk menghindari kemungkinan penyebaran penyakit dari pasien ke pasien. Tujuan penelitian ini merancang dan membuat rancang bangun alat sterilisator kering berbasis Arduino Uno dengan teknologi ozon dilengkapi *timer* dan kontrol suhu. Alat sterilisator ini di desain dengan menggunakan generator ozon dan *heater* yang suhunya dikontrol oleh sistem PID. Menggunakan sensor termokopel yang hasil pembacaan ditampilkan pada LCD 20x4. Hasil uji fungsi menunjukkan suhu rata-rata pembacaan pada alat sebesar 80,16°C dan suhu rata-rata pada termometer sebesar 79,86°C dengan persen kesalahan suhu sebesar 0,0037%. Hasil uji fungsi *timer* menunjukkan hasil rata-rata sebesar 0,25 menit. Berdasarkan hasil uji laboratorium menggunakan parameter uji sterilitas diperoleh hasil masih adanya pertumbuhan kuman setelah proses sterilisasi dikarenakan pengaruh suhu dan lama durasi sterilisasi. Maka dari itu alat yang dibuat ini sudah mendekati perencanaan yang diinginkan peneliti. Alat ini juga dapat digunakan dalam pembelajaran bagi mahasiswa untuk mengetahui bagian-bagian dari prinsip kerja alat ini.

Kata kunci: Sterilisator Kering, Arduino, Ozon, Heater, Timer

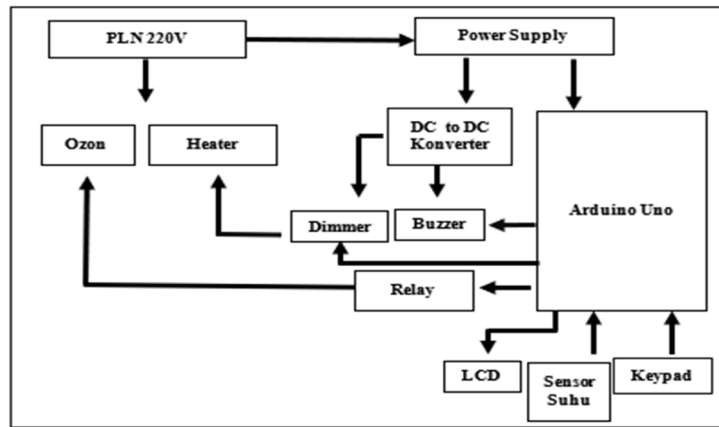
1. Pendahuluan

Salah satu penyebab kematian tinggi di dunia akibat interaksi di lingkungan rumah sakit adalah infeksi nosokomial disebut juga *Health Care Associated Infections* (HAIs). Informasi yang diperoleh dari litbang kemenkes tahun 2013 mengindikasikan bahwa kurang lebih 7.000 nakes di Indonesia telah mengalami infeksi hepatitis B. Pada peneliti [1] menjelaskan sekitar 4.900 kasus infeksi disebabkan oleh tusukan jarum suntik, dan hanya sekitar 2.200 yang terinfeksi karena faktor lain di dalam populasi. *Surgical Site Infection* atau Infeksi Daerah Operasi adalah termasuk HAIs yang merupakan penyumbang kematian akibat *Surgical Site Infection*. Menurut data CDC 2015 Infeksi Daerah Operasi mencapai 3% - 75% di rumah sakit seluruh dunia. Infeksi di area pembedahan biasanya muncul dalam waktu kurang dari 30 hari setelah operasi, dan jika terdapat implantasi perangkat medis, pemantauan akan dilakukan selama setahun setelahnya [2]. Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini, untuk mengoptimalkan pelayanan kesehatan baik di rumah sakit maupun klinik kesehatan maka harus ditunjang dengan peralatan medis yang memadai dan steril dari mikroorganisme, maka dari itu diperlukan sterilisasi peralatan medis untuk menghindari kemungkinan penyebaran penyakit dari pasien ke pasien [3]. Proses untuk mengeliminasi seluruh mikroorganisme, termasuk endospora, dapat dilakukan melalui berbagai metode seperti penggunaan tekanan uap tinggi (*autoclave*), pemanasan kering (oven), sterilisasi kimia, atau paparan radiasi [4]. Proses sterilisasi adalah faktor yang paling krusial dalam menentukan tingkat kebersihan dan kesterilan peralatan medis. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan metode sterilisasi yang sesuai dengan karakteristik bahan, peralatan, dan wadah yang akan digunakan [4]. Peralatan sterilisasi merupakan komponen penting dalam perawatan medis untuk memastikan keamanan medis pasien, praktisi medis dan lingkungan, harus menggunakan peralatan medis dengan aman, termasuk menjaga mereka tetap bersih dan steril. Agar proses sterilisasi berjalan dengan lancar tentunya dibutuhkan alat sterilisasi yang memadai, hal ini untuk menjamin mikroorganisme pada peralatan kesehatan yang disterilkan telah mati.

Teknik sterilisasi pada dasarnya memiliki dua cara yaitu secara fisis dan secara kimia [5]. Pada sterilisasi secara fisik terdapat enam metode yaitu metode radiasi, metode pemanasan dengan uap (*autoclave*), metode pemanasan secara kering, metode dengan pemanasan secara *intermittent* atau terputus-putus, metode pembakaran langsung (*incineration*), dan metode penyaringan [6]. Dari metode diatas salah satunya dengan menggunakan metode pemanasan secara kering atau biasa disebut dengan istilah sterilisator kering. Teknik sterilisasi kering yaitu proses membunuh semua mikroorganisme termasuk spora bakteri pada benda yang telah didekontaminasi dengan tepat seperti instrumen logam dan instrumen yang terbuat dari kaca yang tahan terhadap panas dengan menggunakan *heater* dengan panas yang tinggi. Semakin berkembangnya teknologi sistem sterilisasi juga berkembang secara efektif dan aman dengan menggunakan ozon, ozon sendiri dalam bekerjanya memerlukan kontak langsung dengan bakteri. Sterilisasi ozon cocok untuk instrumentasi material *stainless steel*, namun ada beberapa terbatas pada alat-alat yang berongga [7] [8]. Sterilisasi dengan ozon merupakan salah satu metode dalam sterilisasi yang efektif tanpa menghasilkan zat sisa yg membahayakan kesehatan [7]. Penggunaan ozon untuk sterilisasi berhasil mengurangi tingkat *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam limbah cair, serta secara efisien mengurangi jumlah mikroorganisme pada peralatan medis, buah-buahan, dan sayuran [7].

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah rancang bangun yang dimulai dari perancang dan membuat membangun sterilisator kering untuk sterilisasi instrumen peralatan kesehatan berbasis Arduino dengan teknologi ozon dan pemanasan (*heater*) dilengkapi pengatur waktu (*timer*) dan kontrol suhu. Panas akan diserap oleh permukaan luar dari peralatan yang akan disterilkan, dan kemudian merambat ke dalam permukaan tersebut hingga mencapai suhu yang diperlukan untuk sterilisasi. Selama proses ini, mikroorganisme akan dibunuh melalui mekanisme oksidasi yang mengakibatkan koagulasi protein dalam sel mereka. Sterilisasi dengan metode ini digunakan untuk benda-benda dari logam, kaca/gelas, petri, tabung *erlenmeyer* dan bukan yang terbuat dari bahan karet atau plastik. Benda tersebut terlebih dahulu dibungkus menggunakan kertas sebelum dilakukan sterilisasi. Gambar 1 menunjukkan blok diagram dari komponen dan mekanisme kerja perangkat tersebut.

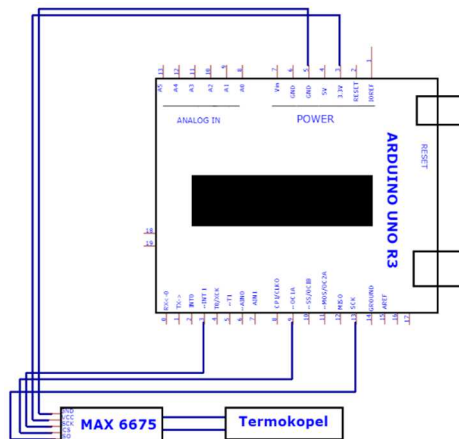


Gambar 1. Blok Diagram

Gambar 1. memperlihatkan bahwa sensor akan menggunakan ozon generator dan heater sebagai komponen utama sterilisasi yang akan dikendalikan oleh mikrokontroler dengan hasil pengukuran yang akan di tampilkan pada *display*. Untuk dapat memberikan durasi dan temperatur sterilisasi yang diinginkan maka dalam sistem tersebut di berikan masukan sistem berupa *keypad*. Dalam pembuatan alat sterilisasi maka dibutuhkan rancangan *hardware* dan *software*. Perancangan sistem sterilisasi berupa *wiring* diagram yang terdiri dari rangkaian sensor temperatur, *display* dan rangkaian *driver PWM*.

a. Rangkaian Sensor Temperatur

Dalam penelitian ini menggunakan sensor termokopel dengan *driver* MAX 6675 berfungsi sebagai sensor temperatur. Pada gambar berikut rangkaian sensor temperature dengan MAX 6675 yang ditunjukkan gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi Rangkaian Sensor Temperatur

Dalam penelitian sebelumnya [9], dikemukakan bahwa sensor termokopel tipe MAX6675 dan termokopel tipe-K telah diuji dan dikalibrasi secara efektif untuk mengukur suhu lingkungan dengan hasil yang stabil. Menurut penelitian sebelumnya [9] bahwa hasil yang didapat stabilisasi dan kalibrasi sensor termokopel tipe MAX6675 dan termokopel tipe-K dalam membaca temperatur lingkungan [10]. Pada gambar rangkaian diatas menunjukkan bahwa untuk konfigurasi rangkaian adalah SCK dihubungkan pada pin ~INT 1 Arduino Uno, CS terhubung pada pin OCS 1A Arduino Uno, dan SO terhubung pada pin SCK Arduino Uno.

Untuk potongan coding untuk membaca sensor temperatur seperti berikut:

```
void baca_sensor_suhu()
{ .Serial.print("C = ");
  .Serial.println(thermocouple.readCelsius());
  .suhu=thermocouple.readCelsius();
```

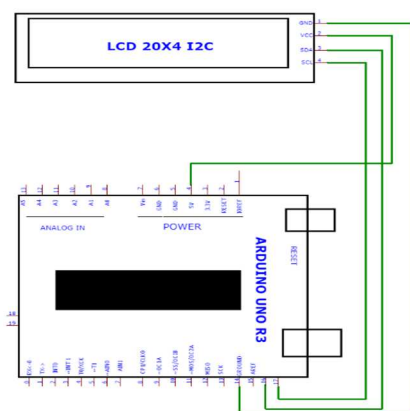
```

.suhu=suhu+cal_suhu;
.Serial.print("F = ");
.Serial.println(thermocouple.readFahrenheit());
.LCD.setCursor(0,2);
.LCD.print(suhu,1);
.delay(250);
}

```

b. Rangkaian *Display*

Rangkaian ini berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan data baik dari sensor atau proses pada sistem. Untuk meminimalisasi banyaknya penggunaan pin pada Arduino maka digunakan *I2c driver*. Modul LCD I2C adalah sebuah komponen layar LCD yang diatur secara serial dan disinkronkan melalui protokol I2C/IIC [11]. Pada gambar 3 berikut menunjukkan *wiring* rangkaian yang mana komunikasi LCD dengan mikrokontroler.



Gambar 3. Rangkaian LCD 20x4

Pada rangkaian diatas penulis menghubungkan kaki SCL dan SDA pada LCD 20x4 ke Arduino Uno pada pin SCL dan SDA. Berikut bagian program tampilan pada LCD 20x4:

```

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C LCD ( 0x3F,20,4);
void tampil_judul()
{
.LCD.clear( );
.LCD.setCursor(0,0 );
.LCD.print("STERILISATOR KERING ");
.LCD.setCursor(0,1 );
.LCD.print(" BERBASIS ARDUINO ");
.LCD.setCursor (0,2);
.LCD.print(" DENGAN MENGGUNAKAN ");
.LCD.setCursor (0,3);
.LCD.print(" TEKNOLOGI OZON ");
.delay(2000);
.LCD.setCursor ( 0,2);
.LCD.print(" DILENGKAPI TIMER ");
.LCD.setCursor (0,3);
.LCD.print(" DAN KONTROL SUHU ");
.delay(2000);
.LCD.setCursor (0,0);
.LCD.print(" WIRA SALIRA ");
.LCD.setCursor(0,1);
.LCD.print(" NIM : 02320088 ");
.LCD.SetCursor (0,2);
.LCD.print (" STIKES SEMARANG ");
.LCD.setCursor(0,3);
.LCD.print ("=====");
}

```

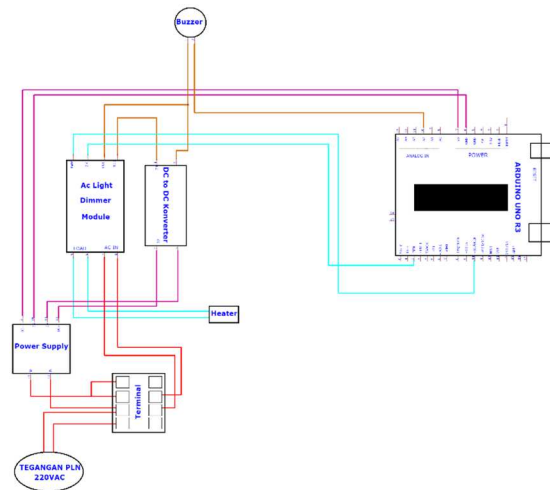
```

        .delay (2000);
        .LCD.clear ();
    }
    void idel()
    {
        .LCD.clear( );
        .LCD.setCursor(0,0);
        .LCD.print("Kp_set = ||O= ");
        .LCD.setCursor(0,1);
        .LCD.print("0 :0 :0 | 0 :0 :0 ");
        .LCD.setCursor(0,2);
        .LCD.print(" C|T_set= C");
        .LCD.setCursor(0,3);
        .LCD.print("S= || | ");
        .LCD.setCursor(4,2);
        .LCD.write(simbol_derajat);
        .LCD.setCursor(18,2);
        .LCD.write(simbol_derajat);
    }
}

```

c. Rangkaian Driver PWM

Rangkaian ini merupakan rangkaian mengendalikan *heater*, dalam penelitian ini peneliti menggunakan *driver PWM light dimmer module* untuk mengendalikan tegangan sumber agar dapat menyalakan *heater*. Berikut rangkaian *driver PWM light dimmer module* ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Driver PWM

Driver PWM light dimmer module memiliki 4 kaki, *load* pada *driver PWM light dimmer module* dihubungkan pada *heater*. Berikut cara menjalankan program pada *AC light dimmer module*:

```

#include <RBDdimmer.h>//
#define USE_SERIAL SerialUSB
#define USE_SERIAL Serial
#define outputPin 10
#define zerocross 2
//dimmerLamp dimmer(outputPin, zerocross);
dimmerLamp dimmer(outputPin);
void kontrol_pwm_heater()
{
    .er=(suhu_set-suhu);
    .erI=er+erSI;
    .erSI=erI;
    .erD=er-erSD;
    .erSD=erD;
}

```

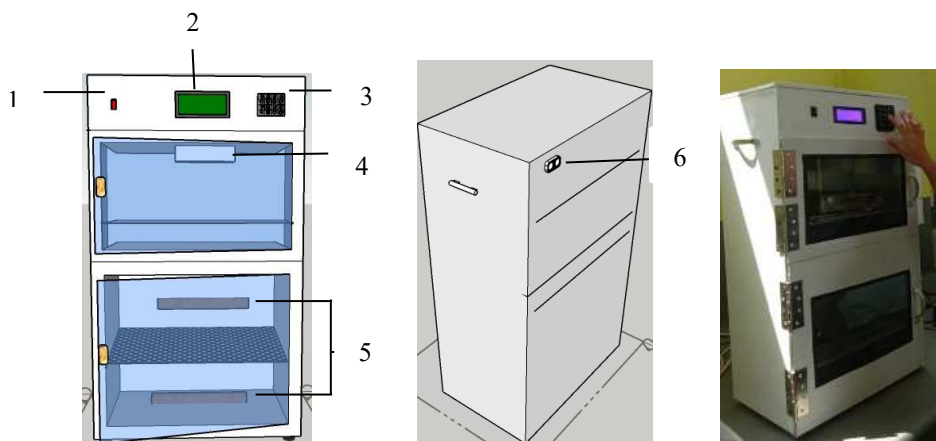
```

.outPID=kp*er+(ki*erI)+(kd*erD);
.OCR2=outPID;
.if(outPID<0){OCR2=0;}
.if(outPID>255){OCR2=255;}
.OCR2=(OCR2/255)*100;//ubah dalam persen power
.outVal=OCR2;
.if( outVal<0){outVal=0;}
.if( outVal>=99){outVal=100;}
.LCD.setCursor(12,3);iLCD.print(" ");
.LCD.setCursor(12,3);iLCD.print(outVal);
//if(suhu_set>suhu){analogWrite(pwm_kontrol,OCR2); digitalWrite(fan,LOW);}
if(suhu_set>suhu){dimmer.setPower(outVal);delay(10);dimmer.setState(ON);digitalWrite(fan,LOW);}
}

```

3. Hasil dan Analisis

Hasil perancangan disain alat yang seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Desain Alat

Keterangan:

- Tombol ON/OFF
- LCD
- Keypad
- Ozon
- Heater
- Port Kabel Power

3.1 Uji Fungsi Suhu

Uji fungsi suhu dilakukan dengan membandingkan suhu pada *display* dengan termometer. Berikut hasil tabel uji fungsi suhu.

Tabel 1. Hasil Uji Fungsi Suhu

Uji Fungsi ke-	Suhu pada Display	Rata-Rata	Suhu pada Termometer	Rata-Rata
1	77 °C		76 °C	
2	79 °C		80 °C	
3	81 °C	80,16 °C	80 °C	79,86 °C
4	81,5 °C		81,3 °C	
5	82,3 °C		82 °C	

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Kesalahan} &= \left| \frac{\text{hasil ukur} - \text{hasil teori}}{\text{hasil teori}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{80,16 - 79,86}{79,86} \right| \times 100\% \\
 &= 0,0037\%
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Jadi berdasarkan data hasil pengujian pada uji fungsi suhu diperoleh rata-rata kesalahan sebesar 0,0037%. Hal ini dikarenakan sensor yang digunakan adalah sensor termokopel tipe K dan pembacaan sensor pada suhu alat sedikit terlambat sehingga menyebabkan adanya selisih pembacaan suhu dengan termometer dari awal alat dinyalakan. Hal ini menunjukkan bahwa hasil uji fungsi suhu termasuk dalam kategori baik. Adapun gambar uji fungsi suhu dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Uji Fungsi Suhu

3.2 Uji Fungsi *Timer*

Hasil pengujian pada *timer* dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* sebagai pembandingan. Pada tabel 2 merupakan hasil uji fungsi.

Tabel 2. Hasil Uji Fungsi *Timer*

No	<i>Timer</i> Alat (menit)	<i>Stopwatch</i> (menit)	Selisih (-/+)
1	2 menit	1,58 menit	0,42 menit
2	4 menit	4 menit	0 menit
3	6 menit	5,59 menit	0,41 menit
4	8 menit	8 menit	0 menit
5	10 menit	9,58 menit	0,42 menit
Rata-Rata			0,25 menit

Berdasarkan data hasil pengujian pada uji fungsi *timer* diperoleh rata-rata kesalahan sebesar 0,25 menit. Hal ini dapat menunjukkan bahwa hasil uji fungsi *timer* termasuk dalam kategori baik. Adapun terjadinya selisih pengukuran didapatkan dari kondisi saat melakukan pengukuran termasuk kesalahan manusia saat melakukan pengukuran. Gambar 7 memperlihatkan hasil perbandingan uji fungsi *timer*.



Gambar 7. Uji Fungsi *Timer*

3.3 Uji Fungsi Laboratorium

Berdasarkan hasil uji yang dilakukan melalui Balai Laboratorium Kesehatan Kota Semarang pada 6 Juni 2023, maka hasil pemeriksaan yang didapatkan berdasarkan pengambilan contoh uji sterilitas dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Lab Ozon

No	Jenis Sampel	Hasil	Baku Mutu	Satuan	Metode
1	Pinset sebelum sterilisasi	Ada pertumbuhan kuman	-	-	Dinkes/Balabkes PAK/P/SPO/03/MB/IKM/15
2	Pinset setelah sterilisasi	Ada pertumbuhan kuman	-	-	Dinkes/Balabkes PAK/P/SPO/03/MB/IKM/15

Berdasarkan hasil uji laboratorium menggunakan parameter uji sterilitas pada sterilisasi menggunakan ozon selama 30 menit diperoleh hasil adanya pertumbuhan kuman. Hal ini disebabkan oleh durasi sterilisasi yang perlu lebih lama sesuai acuan pada penelitian yang dilakukan oleh Florence Meliawaty [12] berjudul "Efisiensi Sterilisasi Alat Bedah Mulut melalui Inovasi Oven dengan Ozon dan Infrared" menyatakan bahwa proses sterilisasi ozon diulang sampai 5 kali (menit ke 50-55) masih ada spora yang hidup, namun semua bentuk vegetatif bakteri sudah mati, dengan menggunakan ozon hanya terjadi proses desinfeksi walaupun telah dilakukan pengulangan sampai 5 kali. Adapun metode uji sterilitas merupakan metode yang paling efektif digunakan untuk uji kesterilan suatu benda. Mengacu pada pengertian sterilisasi, suatu benda dikatakan steril jika tidak ada kehidupan mikroorganisme setelah dilakukan proses sterilisasi.

Tabel 4. Hasil Uji Lab Panas Kering

No	Jenis Sampel	Hasil	Baku Mutu	Satuan	Metode
1	Gunting sebelum sterilisasi	Ada pertumbuhan kuman	-	-	Dinkes/Balabkes PAK/P/SPO/03/MB/IKM/15
2	Gunting setelah sterilisasi	Ada pertumbuhan kuman	-	-	Dinkes/Balabkes PAK/P/SPO/03/MB/IKM/15

Berdasarkan hasil uji laboratorium menggunakan parameter uji sterilitas pada sterilisasi menggunakan panas kering dalam suhu 100°C selama 30 menit diperoleh hasil adanya pertumbuhan kuman. Hal ini disebabkan beberapa faktor yang mempengaruhi sterilisasi yaitu suhu dan lama durasi sterilisasi, angka (jumlah) sel mikroorganisme yang ada, keberadaan spora di dalam sel mikroorganisme dan jenis bahan yang mengandung mikroorganisme (Dr. Didimus Tanah Tobeng, 2015:67-68). Berdasarkan penelitian terdahulu juga telah dilakukan sterilisasi panas kering dalam suhu 100°C selama 30 menit diperoleh hasil adanya penurunan jumlah bakteri, dapat disimpulkan bahwa suhu 100°C sudah dapat membunuh mikroorganisme perlu dicatat bahwa beberapa mikroorganisme terutama spora bakteri yang sangat tahan, memerlukan suhu yang lebih tinggi atau waktu yang lebih lama untuk dihancurkan sepenuhnya walaupun demikian spora tersebut masih mampu tumbuh dan membentuk koloni setelah diinkubasi. Adapun metode uji sterilitas merupakan metode yang paling efektif digunakan untuk uji kesterilan suatu benda. Mengacu pada pengertian sterilisasi, suatu benda dikatakan steril jika tidak ada kehidupan mikroorganisme setelah dilakukan proses sterilisasi.

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengamatan pembuatan rancang bangun sterilisator kering berbasis Arduino Uno dengan teknologi ozon dilengkapi *timer* dan kontrol suhu ini dapat disimpulkan:

- a. Alat sterilisator kering yang dibuat dalam bentuk oven, ozon generator dan *heater* sebagai sterilisator, telah dilakukan pengujian pada rangkaian dan masing-masing komponen dapat berfungsi dengan baik.
- b. Dari hasil uji fungsi suhu didapatkan persen kesalahan sebesar 0,0037% dan uji fungsi *timer* didapatkan selisih sebesar 0,25 menit. Hasil dari uji laboratorium menggunakan parameter uji sterilitas diperoleh hasil adanya pertumbuhan kuman setelah proses sterilisasi dikarenakan pengaruh suhu dan lama durasi sterilisasi.
- c. Dalam proses sterilisasi kurang lebih 50 menit agar dapat membunuh bakteri.

Referensi

- [1] Romadhoni S, Kesehatan W, Kerja K, Ilmu J, Masyarakat K, Alamat □ □. 4 HIGEIA 1 (4) (2017) HIGEIA JOURNAL OF PUBLIC HEALTH RESEARCH AND DEVELOPMENT PENERAPAN KEWASPADAAN STANDAR SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN BAHAYA BIOLOGI PADA TENAGA KEPERAWATAN Info Artikel. 2017;1(4):14–24. Available from: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia>
- [2] Agustina E. The Effect of Operating Procedure with Infection Incidence on Contaminated Cleaning Operating Patients (Case Control Study in RSUD HAJI Surabaya). *J Berk Epidemiol*. 2017;5(3):351.
- [3] Pérez A. No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *BMC Public Health* [Internet]. 2017;5(1):1–8. Available from: <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298%0Ahttp://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jana.2015.10.005%0Ahttp://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/58%0Ahttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&P>
- [4] Putri PKPD, Yustiantara IPS. Review: Efektivitas Sterilisasi Dengan Ozon (O₃) Pada Peralatan Laboratorium Sebagai Upaya Penjaminan Kualitas Dan Mutu. *J Sci MANDALIKA e-ISSN 2745-5955 | p-ISSN 2809-0543*. 2023;4(5):62–70.
- [5] Ccssd PS. Pelayanan sterilisasi (cssd). (0756).
- [6] Gabriel JF. Ringkasan Biologi. Bandung; 1988.
- [7] Sofiana L, Wahyuni D. Pengaruh Sterilisasi Ozon Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara Di Ruang Rawat Inap Di Rumah Sakit Umum Pku Muhammadiyah Bantul 2014. *J Kesehat Masy (Journal Public Heal*. 2015;9(1):19–24.
- [8] Supardiyono S, Pudjijuniarto P. Pengembangan Sterilisator Alat Pelindung Diri (APD) Bagi Tenaga Medis Pasien Covid-19 Berbasis IoT. *Indones J Eng Technol*. 2021;4(1):34–40.
- [9] Septiana R, Roihan I, Karnadi J. Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ. *Pros SNTTM XVIII*. 2019;9–10.
- [10] Wishnu Pandu Prayudha Y, Fadhil S, Novianto S. Rancang Bangun Sistem Pengukuran Alat Thermobath sebagai Alat Kalibrasi Temperatur dengan Sistem Arduino Uno. *J Asimetrik J Ilm Rekayasa Inov*. 2022;4:25–34.
- [11] Suryantoro H. Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali. *Indones J Lab*. 2019;1(3):20.
- [12] Meliawaty F. Efisiensi Sterilisasi Alat Bedah Mulut melalui Inovasi Oven dengan Ozon dan Infrared. *Maranatha J Med Heal*. 2012;11(2):147–67.