

**LEMARI ALAS KAKI KHUSUS DILENGKAPI STERILISASI ULTRAVIOLET  
DAN HOURMETER BERBASIS ATMEGA328**

**Rosli Mohamad Arif<sup>1</sup>, Nur Hudha Wijaya<sup>1</sup>, Bambang Untara<sup>2</sup>**

Prodi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi Universitas Muhammadiyah

Yogyakarta

Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183

Telp. (0274)387656, Fax (0274)387646

Roslimuhamad.2016@vokasi.umy.ac.id, Nurhudhawijaya@umy.ac.id

**ABSTRAK**

Infeksi nosokomial merupakan infeksi yang terjadi terhadap pengunjung ataupun pasien ketika berada di rumah sakit. Untuk mengurangi risiko infeksi nosokomial diperlukan ruangan steril untuk melakukan tindakan terhadap pasien. Seluruh peralatan dan perlengkapan yang masuk ruang operasi harus steril, tetapi pada penerapannya alas kaki yang khusus digunakan di ruang tersebut jarang dilakukan sterilisasi, sehingga memungkinkan banyak mikroorganisme menumpuk pada alas kaki yang mengancam kondisi steril ruangan operasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan radiasi lampu ultraviolet (UV) dengan daya 10 watt sebagai *sterilisator* yang dilengkapi sistem pengaman agar pengguna tidak terpapar radiasi UV dan penambahan *hourmeter* sebagai *monitoring lifetime* lampu UV. UV dipilih sebagai sterilisator pada penelitian ini karena sistem kerjanya yang mudah dan proses sterilisasi yang dapat bekerja bersambung. Pengujian alat dilakukan dengan uji *swab* untuk mengetahui angka kuman alas kaki sebelum dan setelah dilakukan sterilisasi dengan variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit, untuk uji ketepatan waktu *hourmeter* dibanding menggunakan waktu *stopwatch* HP. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sterilisasi dengan periode waktu 30 menit didapatkan hasil angka kuman 42 CFU/cm<sup>2</sup> hingga 2 CFU/cm<sup>2</sup>, sterilisasi 60 menit mendapatkan hasil 3 CFU/cm<sup>2</sup>, sterilisasi 90 menit didapat hasil 13 CFU/cm<sup>2</sup> hingga 3 CFU/cm<sup>2</sup>, dan sterilisasi 120 menit didapatkan hasil steril yaitu 1 s/d 0 CFU/cm<sup>2</sup> sesuai baku mutu angka kuman pada lantai ruang steril rumah sakit. Pengujian ketepatan waktu *hourmeter* pada alat yang dibandingkan dengan *stopwatch* mencapai 99,9% dengan nilai koreksi rata-rata 0,1 detik. Luaran dari penelitian ini berupa alat siap pakai dan naskah publikasi.

---

**Kata kunci** : Infeksi nosokomial, ruang steril, sterilisasi UV, monitoring lifetime, Hourmeter, angka kuman.

**SPECIAL FOOTWEAR CABINETS WITH ULTRAVIOLET STERILIZERS  
AND HOURMETER BASE ON ATMEGA328**

**Rosli Mohamad Arif<sup>1</sup>, Nur Hudha Wijaya<sup>1</sup>, Bambang Untara<sup>2</sup>**

D3 Electro-medical Technology Study Program Vocational Program Muhammadiyah  
University Of Yogyakarta

Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183

Telp. (0274)387656, Fax (0274)387646

Roslimuhamad.2016@vokasi.ums.ac.id, Nurhudhawijaya@ums.ac.id

**ABSTRACT**

*Nosocomial infection is an infection that occurs to visitors or patients while in hospital. To reduce the risk of nosocomial infection a sterile room is needed to take action on the patient. All equipment and equipment entering the operating room must be sterile, but in its application special footwear used in the room are rarely sterilized, thus allowing many microorganisms to accumulate on the footwear which threatens sterile conditions in the operating room. The method used in this research is to use ultraviolet radiation (UV) with 10 watts of power as a sterilizer, which is equipped with a safety system so that users are not exposed to UV radiation and the addition of hourmeters as UV lamps age monitors. UV was chosen as a sterilizer in this study because the chosen system is easy and the sterilization process can work continuously. Test equipment is carried out with a swap test to determine the number of footwear bacteria before and after sterilization with a variation of time 30, 60, 90 and 120 minutes, to test the accuracy of the hourmeter comparison using an HP stopwatch. Based on the results of tests carried out, sterilization with a period of 30 minutes obtained the results of a count of 42 to 2 CFU/cm<sup>2</sup>, 60 minutes sterilization results obtained 3 CFU/cm<sup>2</sup>, 90 minutes sterilization results obtained 13 CFU/cm<sup>2</sup> to 3 CFU/cm<sup>2</sup>, and the results of the 120 minute sterilization were sterile, ie 1 to 0 CFU/cm<sup>2</sup> according to the quality standard of the number of bacteria on the floor of the hospital's sterile room. Testing the accuracy of the hourmeter time on the device compared to the stopwatch reached 99.9% with an average correction value of 0.1 seconds. The outputs of this research are ready-use device and publication texts*

---

**Kata kunci** : Nosocomial infection, sterile space, UV sterilization, lifetime monitoring, hourmeter, number of bacteria

## 1. PENDAHULUAN

Infeksi nosokomial merupakan infeksi yang dialami pasien selama pasien tersebut menjalani perawatan di rumah sakit dan gejala yang timbul akibat infeksi nosokomial dapat timbul saat masa perawatan di rumah sakit atau setelah pasien tersebut selesai perawatan di rumah sakit [1]. Hal tersebut didasarkan dari Rumah sakit sebagai sarana kesehatan, tempat umum dimana berkumpulnya orang sakit maupun orang sehat, dapat menjadi tempat penularan penyakit (infeksius) yang mana secara tidak langsung dapat dikatakan rumah sakit sebagai tempat dimana hampir semua virus penyakit ada disana [2]. Oleh karena itu, dalam penanganan pasien diperlukan ruangan steril yang terbebas dari segala macam mikroorganisme untuk mengurangi risiko terjadinya infeksi nosokomial.

Berdasar dari penelitian yang dilakukan oleh Liza Salawati mengenai pengendalian infeksi nosokomial di rumah sakit [1]. Untuk menjaga kondisi ruang steril diperlukan pengendalian ruang steril dengan mengatur segala perlengkapan yang boleh masuk ruang steril harus dalam keadaan steril terlebih dahulu baik itu peralatan yang bersentuhan langsung dengan pasien ataupun tidak, termasuk perlengkapan pengguna ruang steril dari penutup rambut hingga alas kaki harus steril [3][4]. Dari sekian banyak perlengkapan khusus ruang steril, satu hal yang diragukan kondisinya steril atau tidak, hal tersebut adalah alas kaki khusus ruang steril, karena hal tersebut yang paling jarang dilakukan sterilisasi dibandingkan peralatan atau perlengkapan yang lain. Dari penelitian oleh Dr. Charles Gerba yang menghasilkan bahwa rata-rata 421.00 unit bakteri terdapat di bagian luar dan 2.887 unit bakteri di bagian dalam alas kaki yang digunakan orang

sehari-hari, oleh karena itu alas kaki khusus ruang steril sangat penting untuk dijaga kondisinya agar tetap steril agar tidak ada mikroorganisme atau virus yang masuk bersamaan dengan perlengkapan pengguna ruang steril yang tidak diganti [5]. Dikuatkan dengan dasar dari penelitian Rashit T. Dkk yang menyatakan bahwa alas kaki merupakan vektor pemindah patogen dengan nilai yang tinggi [6].

Dengan latar belakang yang telah dibahas diatas maka pada penelitian ini bertujuan menciptakan alat pensteril alas kaki khusus ruang steril, yang mana sterilisasi yang digunakan tidak mempengaruhi bentuk dari alas kaki tersebut, tidak membahayakan pengguna, efektif mengurangi angka kuman pada alas kaki dan proses sterilisasi yang tidak mengganggu kegiatan operasional di ruang operasi (ruang steril).

Sterilisasi dengan radiasi ultraviolet (UV) dipilih karena dinilai mampu dan memenuhi kriteria untuk menjadi *sterilisator* pada penelitian ini. Menggunakan radiasi UV dengan panjang gelombang antara 253 nm hingga 354 nm dapat membunuh mikroorganisme seperti jamur dan bakteri tanpa mengubah kondisi fisik dari target sterilisasi [7]. Dari beberapa peneliti menyarankan bahwa paling efektif radiasi UV pada panjang gelombang 254 nm [8]. Sistem kerjanya yang sangat sederhana juga sangat relelefan untuk penelitian ini karena tidak membutuhkan waktu yang lama sehingga tidak akan menghambat kegiatan operasional ruang operasi. Dengan Radiasi yang sering dianggap menyramkan dan membahayakan, maka untuk melindungi pengguna dari radiasi UV pada penelitian ini ditambahkan sistem pengaman yang mana akan menghindarkan radiasi UV agar tak mengenai pengguna [9]. Sistem pengaman yang digunakan

menggunakan fungsi utama dari komponen *limit switch* yang mana akan dirangkai sedemikian rupa untuk mengatur kondisi dari sumber radiasi UV. Penelitian ini juga menambahkan penataan iluminasi cahaya yang bertujuan meningkatkan efektifitas sterilisasi UV.

Penambahan *hourmeter* pada penelitian ini ditambahkan untuk membantu memudahkan teknisi dalam melakukan maintenance, yang mana *hourmeter* digunakan untuk menghitung sudah berapa lama lampu UV bekerja (monitoring lifetime). Karena lampu uv juga mempunyai umur atau masa aktif yang efektif untuk lampu UV menghasilkan radiasi UV yang mampu memusnahkan mikroorganisme, jika lampu UV sudah bekerja melebihi usia maksimal yang ditetapkan oleh produsen lampu itu sendiri maka kemungkinan besar kemampuan radiasi yang dihasilkan juga akan menurun atau melemah. Dengan adanya *hourmeter* ini bertujuan agar lampu akan diganti sebelum melebihi usia maksimal yang sudah ditetapkan agar radiasi yang dihasilkan tetap efektif dalam membunuh kuman atau mikroorganisme.

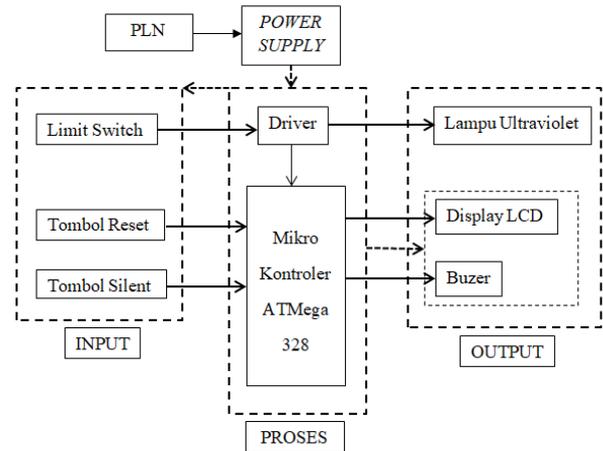
## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya adalah perancangan *hardware*, perancangan *software*, dan pengambilan data pengujian alat. Untuk pengujian alat mengenai angka kuman (batas steril untuk lantai ruang operasi) berdasarkan pada PERMENKES RI nomor 7 tahun 2019 [10].

### 2.1 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* dilakukan dengan pembuatan blok rangkaian diantaranya: rangkaian *Power Supply* +5VDC, rangkaian minimum sistim ATMega328, rangkaian Driver dan

rangkaian pengaman dengan *limit switch*, yang kemudian dirancang sesuai diagram blok pada gambar 2.1.



Gambar 1 Diagram Blok Alat

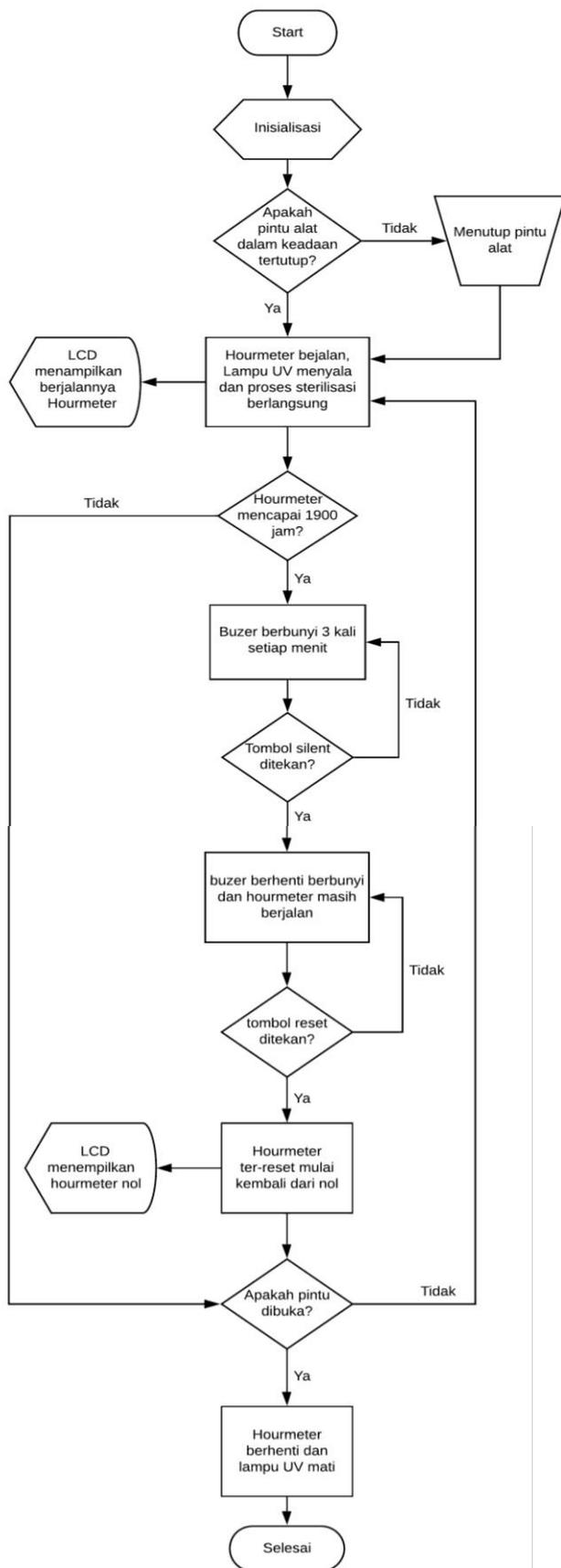
Listrik PLN (220VAC) merupakan sumber daya utama untuk rangkaian pada alat penelitian ini. *Power supply* +5VDC sebagai sumber daya untuk semua rangkaian elektronika yang digunakan seperti rangkaian minimum sistim ATMega328, rangkaian *driver*, LCD dan *limit switch*.

Sebagai *input* (masukan) terdapat rangkaian *limit switch*, tombol *reset* dan tombol *silent*. Yang akan memberikan sinyal masukan ke blok pemrosesan yang di dalamnya termasuk minimum sistim ATMega328 dan rangkaian *driver*, yang mana akan memproses sinyal masukan yang kemudian akan diteruskan ke blok *output* (keluaran) yang dapat berupa tampilan dalam LCD, bunyi *buzzer* dan nyala atau tidaknya lampu UV.

### 2.2 Perancangan Software

Perancangan *software* dilakukan untuk menyempurnakan rancangan *hardware* yang telah dibuat, agar alat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Gambar 2.2 merupakan diagram alir dari sistim kerja alat.



Gambar 2 Diagram Alir Alat

Ketika alat dinyalakan, kondisi selanjutnya bergantung pada kondisi awal pintu (pintu terbuka atau tertutup). Ketika pintu tertutup maka *hourmeter* dan lampu UV akan aktif dan proses sterilisasi berlangsung, sedangkan apa bila pintu dalam keadaan terbuka maka lampu UV mati dan *hourmeter* akan berhenti menghitung untuk sementara hingga pintu ditutup kembali. Dengan terbukanya pintu dan lampu UV mati maka proses sterilisasi juga tidak berlangsung. Ketika *hourmeter* menghitung dan nilainya melebihi 1900 jam, maka *buzzer* akan berbunyi sebagai tanda bahwa usia lampu hampir mencapai batasnya (2000 jam, sesuai spesifikasi lampu UV yang dipakai pada penelitian ini). Tombol silent dapat digunakan untuk mematikan bunyi *buzzer* dengan cara menekannya. Tombol *reset* digunakan untuk mengatur ulang nilai *hourmeter* ke angka nol.

### 2.3 Pengambilan Data Pengujian Alat

Data yang diambil untuk pengujian alat pada penelitian ini terdapat 2 parameter yaitu, data perbandingan ketepatan waktu *hourmeter* dibandingkan dengan *stopwatch* untuk mengetahui waktu pada *hourmeter* berjalan sesuai *real time* atau tidak, dan data mengenai angka kuman pada alas kaki sebelum dan sesudah dilakukan sterilisasi untuk mengetahui mampu atau tidak alat pada penelitian ini melakukan sterilisasi terhadap alas kaki. Pengambilan sampel untuk uji angka kuman menggunakan metode *swap* yang dilakukan langsung oleh petugas laboratorium. Gambar 3 merupakan bentuk jadi alat, berbentuk lemari dua pintu.



Gambar 3 Gambar Bentuk Jadi Alat Penelitian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang telah diambil dan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil dari penelitian ini diantaranya adalah *hourmeter* yang dirancang menggunakan ATMega328 pada penelitian ini berjalan dengan baik. Jalannya waktu *hourmeter* yang dirancang menggunakan ATMega328 berjalan sesuai dengan waktu *real time* yang mana pada penelitian ini pembandingan *real time* menggunakan stopwatch yang terdapat pada *smartphone*. Tiap data perbandingan diambil selama 5 jam dan dilakukan sebanyak 20 kali pengambilan data. Dengan hasil rata-rata nilai koreksi kesalahan sebesar 0,1 detik dari total 20 data yang didapat, dapat dinyatakan bahwa *hourmeter* berjalan sesuai waktu *real time* (1 detik *hourmeter* = 1 detik stopwatch *smartphone*). Untuk data hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Data Perbandingan Waktu *Hourmeter* dengan *Stopwatch* (data *stopwatch*).

NO	Data Waktu	
	Stopwatch HP	
	Jam:menit:detik. milidetik	detik
1	0005:00:00.06	18000
2	0005:00:00.57	18000
3	0005:00:00.20	18000
4	0005:00:00.33	18000
5	0005:00:00.36	18000
6	0005:00:00.16	18000
7	0005:00:00.28	18000
8	0005:00:00.13	18000
9	0005:00:00.17	18000
10	0005:00:00.11	18000
11	0005:00:00.16	18000
12	0005:00:00.20	18000
13	0005:00:00.16	18000
14	0005:00:00.08	18000
15	0005:00:00.28	18000
16	0005:00:00.17	18000
17	0005:00:00.33	18000
18	0005:00:00.12	18000
19	0005:00:00.17	18000
20	0005:00:00.14	18000
Total		3600000
rata rata		18000

Tabel 2 Data Perbandingan Waktu *Hourmeter* dengan *Stopwatch* (data *hourmeter ATMega328*).

NO	Data Waktu		Koreksi (+/-)
	Hourmeter ATM328		
	jam:menit:detik	detik	
1	0001:00:00 - 0005:59:59	17999	1
2	0007:00:00 - 0012:00:00	18000	0
3	0012:10:00 - 0017:10:00	18000	0
4	0017:30:00 - 0022:30:00	18000	0
5	0023:00:00 - 0028:00:00	18000	0
6	0028:00:00 - 0033:00:01	18001	1
7	0033:01:00 - 0038:01:00	18000	0

8	0000:05:00 - 0005:05:00	18000	0
9	0005:10:00 - 0010:10:00	18000	0
10	0010:11:00 - 0015:11:00	18000	0
11	0015:15:00 - 0020:15:00	18000	0
12	0020:16:00 - 0025:16:00	18000	0
13	0025:17:00 - 0030:17:00	18000	0
14	0030:20:00 - 0035:20:00	18000	0
15	0035:21:00 - 0040:21:00	18000	0
16	0040:25:00 - 0045:25:00	18000	0
17	0045:30:00 - 0050:30:00	18000	0
18	0050:31:00 - 0055:31:00	18000	0
19	0055:35:00 - 0060:35:00	18000	0
20	0061:00:00 - 0066:00:00	18000	0
	100.00.00	36000 00	2
	0005:00:00	18000	
Rata-rata kesalahan			0,1

Data pada Tabel 1 dan Tabel 2 berisi tentang perbandingan nilai waktu *stopwatch* dengan *hourmeter* yang mana dengan rata-rata pengambilan data 5 jam (180000 detik) didapatkan hasil perbandingan yang hanya memiliki nilai koreksi sebesar 0,1 detik, dimana dengan nilai ini dapat dikatakan bahwa jalannya waktu *hourmeter* sesuai dengan waktu *real time* pada *stopwatch*.

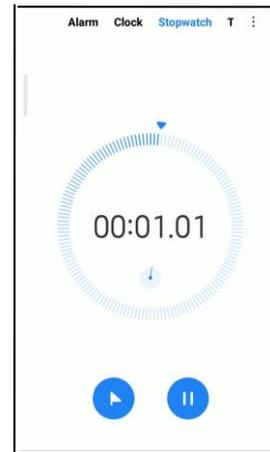
Gambar 3 dan 4 merupakan gambar tampilan LCD pada alat saat pengambilan data.



Gambar 4 Kondisi awal tampilan LCD.



Gambar 5 Kondisi tampilan LCD saat *hourmeter* mulai menghitung.



Gambar 6 Kondisi tampilan *stopwatch* pada *smartphone* saat proses pengambilan data.

Untuk hasil pengujian angka kuman pada alas kaki sebelum dan sesudah sterilisasi menggunakan alat pada penelitian ini, hasil tertera pada Tabel 3.

Tabel 3.2 Hasil Uji Angka Kuman

NO	Posisi Sampel	Waktu (menit)	Angka Kuman (CFU/cm <sup>2</sup> )	
			sebelum	sesudah
1	Posisi 1	30	157	42
2	Posisi 2	30	120	2
3	Posisi 1	60	350	3
4	Posisi 2	60	378	3
5	Posisi 1	90	27	13
6	Posisi 2	90	95	3
7	Posisi 1	120	53	0-1
8	Posisi 2	120	196	0-1

Pada Tabel 3.2 terdapat 8 hasil data yang di setiap nomor memiliki hasil uji angka kuman sebelum dan setelah sterilisasi. Terdapat juga 4 variasi waktu dalam dilakukannya sterilisasi yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit. Dan tiap variasi waktu memiliki hasil yang berbeda.

Dari Tabel 3.2 dapat diketahui bahwa hasil paling steril atau paling bersih didapatkan dalam periode waktu

sterilisasi 120 menit yaitu dengan hasil angka kuman 0-1 CFU/cm<sup>2</sup>, akan tetapi periode waktu yang paling efektif dalam mengurangi angka kuman adalah pada periode waktu 60 menit, dengan alasan waktu lebih singkat dibanding dengan 120 menit dan hasil sterilisasi 3 CFU/cm<sup>2</sup> sudah cukup karena pada peraturan permenkes nomor 7 untuk angka kuman yang diperbolehkan di lantai ruang operasi adalah 0-5 CFU/cm<sup>2</sup> [10].

Dengan hasil dan pembahasan diatas alat pada penelitian ini telah sesuai dengan tujuan penelitian ini yang mana mampu melakukan sterilisasi alas kaki yang dikhususkan untuk ruang operasi dan menggunakan *sterilisor* yang tidak merubah bentuk fisik alas kaki, tidak mengganggu operasional ruang operasi dan tidak berisiko pada pengguna ruang operasi karena dilengkapi dengan sistem pengaman menggunakan *limitswitch* pada pintu alat sehingga pengguna tidak akan terpapar radiasi UV.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Akurasi ketepatan waktu *hourmeter* dengan waktu sesungguhnya mencapai 99,9%.
2. Alat ini mampu mengurangi angka kuman pada alas kaki berbahan karet.
3. Dengan waktu 60 menit alat ini mampu mensterilkan kuman dengan hasil 3 CFU/cm<sup>2</sup>.
4. Waktu sterilisasi paling efektif dengan alat pada penelitian ini adalah 60 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Salawati, "Pengendalian Infeksi Nosokomial Di Ruang Intensive Care Unit Rumah Sakit," *J. Kedokt. Syah Kuala*, Vol. 12, No. 1, Pp. 47–52, 2012.
- [2] Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik Dan Sarana Kesehatan Direktorat Bina Upaya Kesehatan Kementerian Kesehatan RI, "Pedoman Teknis Bangunan Rumah Sakit Instalasi Sterilisasi Sentral ( Ccssd )," 2012.
- [3] Rsi Klaten, "Tata-Tertib Dan Waktu Berkunjung." [Online]. Available: <Http://Www.Rsislamklaten.Co.Id/In dex.Php/Module-Styles/Tata-Tertib-Waktu-Berkunjung>. [Accessed: 23-Dec-2018].
- [4] R. A. Waluyo And T. Cahyono, "Efektifitas Sterilisasi Menggunakan Ultraviolet (Uv) Pada Ruang Perawatan Di Rumah Sakit Umum Daerah Banyumas Tahun 2016," *Bul. Keslingmas*, Vol. 36, No. 3, Pp. 189–193, 2017.
- [5] Ciri, "Study Reveals High Bacteria Levels On Footwear," *Ciri Science*, 2008. [Online]. Available: [Https://Www.Ciriscience.Org/A\\_96 -Study-Reveals-High-Bacteria-Levels-On-Footwear](Https://Www.Ciriscience.Org/A_96 -Study-Reveals-High-Bacteria-Levels-On-Footwear). [Accessed: 16-Sep-2019].
- [6] T. Rashid, H. M. Vonville, I. Hasan, And K. W. Garey, "Shoe Soles As A Potential Vector For Pathogen Transmission: A Systematic Review," *J. Appl. Microbiol.*, No. The Society For Applied Microbiology, Pp. 1–9, 2016.
- [7] B. Ozcelik, "Fungi/Bactericidal And Static Effects Of Ultraviolet Light In 254 And 354 Nm Wavelengths," *Res. J. Microbiol.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 42–49, 2007.
- [8] R. Walker, L. Markillie, And A. Colotelo, "The Efficacy Of Ultraviolet Radiation For Sterilizing Tools Used For Surgically Implanting Transmitters Into Fish,"

- Washington, 2012.
- [9] N. Wijaya, W. Kartika, And A. Resti, “Deteksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Dari Peralatan Medis Dan Elektronik Di Rumah Sakit,” *J. Ecotipe*, Vol. 6, No. 2, Pp. 102–106, 2019.
- [10] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 7 Tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. 2019.