

Robot Autonomous Sterilisasi Ruangan Memanfaatkan Ultraviolet-C dan Sistem Line Follower

Muhammad Pasya Mutawakkil*¹, Muhammad Bagus Turahman², Meilia Safitri³, Brama Sakti⁴

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY. Telp. (0274) 387656

⁴Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul, Indonesia

Jl. Lingkar Timur, Bantul, Bantul-DIY. Telp. (0274) 367531

m.pasya.vok18@mail.umy.ac.id¹, bagusturahman6@gmail.com², meilia.safitri@vokasi.umy.ac.id³, brama.sakti@gmail.com⁴

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/15359>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v4i2.15359>

Data Artikel:

Diterima:

12 Juli 2022

Direview:

18 Juli 2022

Direvisi:

21 Juli 2022

Disetujui:

02 November 2022

Korespondensi:

m.pasya.vok18@mail.umy.ac.id

ABSTRAK

Rumah sakit merupakan istilah fasilitas pelayanan kesehatan bertujuan menyembuhkan pasien yang sakit. Namun rumah sakit juga merupakan tempat yang rawan penularan infeksi nosokomial yang disebabkan oleh keberadaan mikroba patogen. Cara untuk meminimalkan mikroba patogen dapat melakukan sterilisasi menggunakan lampu ultraviolet (UV). Namun sterilisator ultraviolet yang awam digunakan di rumah sakit hanya diletakkan di tengah ruangan dan diam ditempat. Sehingga semakin jauh jarak objek yang akan disterilkan dan sumber cahaya ultraviolet, semakin kecil pula intensitas cahayanya. Akibatnya mikroba patogen yang berada jauh dari lampu UV tidak terpapar cahaya dengan sempurna. Maka diperlukan pembuatan sterilisator ultraviolet dengan mengkombinasikan sistem robotik berupa *line follower* agar mampu meratakan penyinaran dari ultraviolet terhadap seluruh benda yang tidak mampu dijangkau apabila lampu hanya diletakkan di tengah ruangan. Pada penelitian ini juga memastikan robot tetap berjalan di atas jalur yang sudah ditentukan dan mengukur kecepatannya menggunakan Tachometer. Sehingga penelitian ini menghasilkan pengujian robot yang mampu mengelilingi ruangan untuk meratakan penyinaran ultraviolet pada garis lintasan dengan keakurasian sebesar 60%-70% dan kecepatan berkisar 9-37 RPM.

Kata Kunci: Mikroba Patogen, Ultraviolet, Line Follower.

ABSTRACT

Hospital is a term for health care facilities and aims to cure the sick. But the hospital is also a place that is prone to the transmission of nosocomial infections caused by the presence of pathogenic microbes. Ways to minimize pathogenic microbes can be sterilized using an ultraviolet (UV) lamp. However, ultraviolet sterilizers commonly used in hospitals are only placed in the middle of the room and remain in place. So the farther away the object to be sterilized and the ultraviolet light source, the dimmer the light intensity. As a result, pathogenic microbes far from the ultraviolet lamp are not perfectly illuminated. Therefore, an ultraviolet sterilizer is needed by combining a robotic system in the form of a line follower to evenly distribute ultraviolet radiation on all objects that cannot be reached if the lamp is silent in the middle of the room. This research also ensures that the robot continues to run on a predetermined path and measures the speed of the robot using a tachometer. This research results in a robot test that can circle the room to even out ultraviolet radiation on the trajectory line with an accuracy of 60%-70% and a speed ranging from 9-37 RPM.

Keywords: Pathogenic Microbes, Ultraviolet, Line Follower.

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan istilah yang biasa disebut untuk fasilitas pelayanan kesehatan yang menyediakan dan melayani bantuan kesehatan [1]. Kendati rumah sakit memiliki tujuan melayani dan menyembuhkan orang sakit. Tetapi rumah sakit juga merupakan tempat yang rawan penularan berbagai penyakit, terlebih tempat tersebut memiliki upaya sterilisasi yang minim. Selaku fasilitas pelayanan kesehatan, rumah sakit tidak terhindar dari adanya mikroba patogen. Mikroba patogen dapat mengakibatkan infeksi nosokomial [2].

Infeksi nosokomial yakni infeksi yang dialami oleh pasien selama menjalani perawatan di rumah sakit. Serta pasien mendapatkan gejala infeksi baru setelah 3x24 jam menjalani perawatan di rumah sakit. Sementara infeksi tersebut tidak ditemukan ketika pasien pertama kali dirawat [2]. Infeksi nosokomial mampu menular melalui kontak tidak langsung, seperti orang yang rentan terinfeksi menyentuh benda yang telah terinfeksi nosokomial [3].

Cara untuk meminimalkan berbagai mikroorganisme secara fisik atau kimiawi dapat dilakukan dengan sterilisasi [4]. Zat yang dapat dimanfaatkan untuk sterilisasi dan mengendalikan jumlah mikroba di dalam ruangan adalah menggunakan sinar ultraviolet (UV) [5]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Waluyo et al. (2017) menerangkan bahwa penggunaan lampu ultraviolet tipe C efektif sebagai alat untuk menurunkan mikroorganisme dengan nilai rata-rata (-56,24%) [6].

Jui-Hsuan Yang et al. (2019) mengungkapkan tingkat efikasi membunuh mikroba patogen akan lebih besar ketika jarak sumber sinar Ultraviolet-C ke objek yang akan disterilkan lebih dekat dan durasi sterilisasi lebih lama [7]. Namun alat sterilisasi ultraviolet yang awam digunakan di rumah sakit hanya diletakkan di tengah ruangan dan diam di tempat. Sehingga benda yang letaknya jauh dari sumber cahaya ultraviolet tidak tersinari dengan sempurna. Jarak antara lampu ultraviolet dan objek yang akan disterilkan akan mempengaruhi intensitas dari cahaya ultraviolet. Semakin jauh jaraknya maka intensitas ultraviolet akan meredup. Sehingga semakin luas ruangan yang akan disterilkan, maka proses sterilisasi akan semakin lama [8]. Oleh karena itu, dibutuhkan lampu ultraviolet yang mampu berjalan secara otomatis mendekati objek yang harus disterilkan, yaitu menggunakan sistem robot *line follower*.

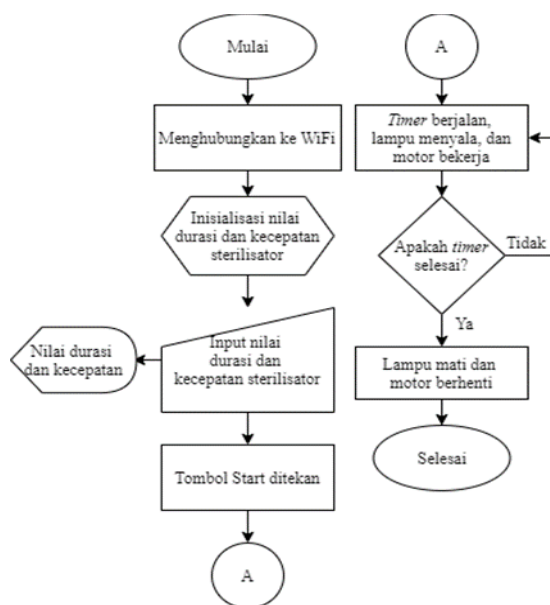
Robot *line follower* merupakan robot yang dapat berjalan otomatis mengikuti garis berwarna hitam. Untuk dapat mengikuti garis lintasan, robot tersebut menggunakan sensor infrared dan fotodioda sehingga dapat membedakan warna gelap dan warna terang. Untuk mampu berjalan, robot *line follower* juga dilengkapi motor dan roda [9]. Berdasarkan masalah yang dihadapi, diperlukan pembuatan sterilisator berupa robot *autonomous* menggunakan sistem *line follower* dilengkapi lampu ultraviolet yang dapat mengelilingi ruangan tertutup. Sehingga mampu mendekati objek yang perlu disterilkan untuk mencapai hasil sterilisasi yang merata pada semua objek yang ada di dalam ruangan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir

Robot *autonomous* sterilisasi ruangan menggunakan Ultraviolet-C dan sistem *line follower* memiliki diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Ketika alat dihidupkan terdapat pada simbol Mulai, langsung dilanjutkan dengan proses menghubungkan alat ke internet. Kemudian inisialisasi nilai durasi dan kecepatan sterilisator yang dilakukan oleh mikrokontroler. Setelah itu, pengguna menginputkan durasi penyinaran sinar ultraviolet dan kecepatan pergerakan alat menggunakan tombol *setting* secara manual yang kemudian ditampilkan pada *display LCD*. Saat tombol *Start* pada aplikasi Telegram ditekan, maka *timer* penghitung waktu mundur akan berjalan, lampu ultraviolet akan menyala, dan motor akan bergerak. Proses ini akan terus berjalan selama *timer* masih aktif. Apabila *timer* selesai, lampu ultraviolet dan motor akan berhenti bekerja. Proses sterilisasi ruangan selesai dilakukan sebagaimana terdapat pada simbol Selesai.



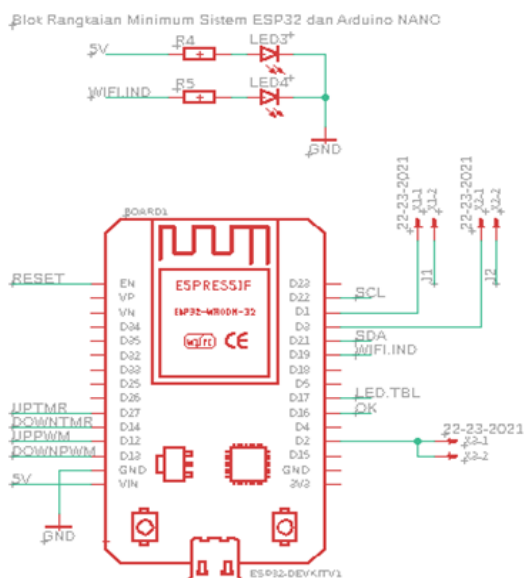
Gambar 1. Diagram Alir

2.2. Rancangan Perangkat Keras

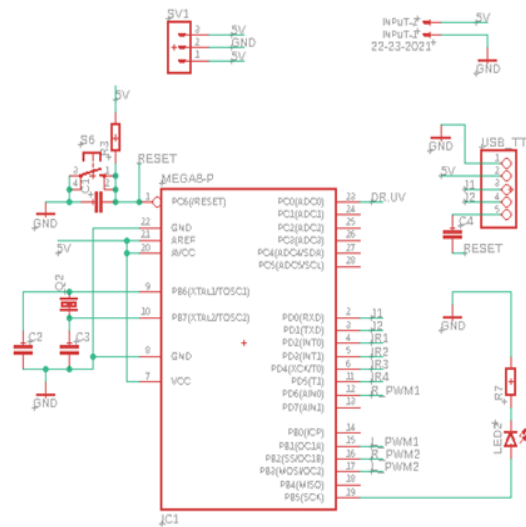
Agar robot sterilisator dapat beroperasi, alat ini memiliki beberapa rancangan perangkat keras diantaranya:

2.2.1. Perancangan Minimum Sistem

Minimum sistem merupakan rangkaian yang difungsikan sebagai penghubung antara beberapa jenis masukan seperti sensor maupun beberapa tombol dan kemudian mengolah program sedemikian rupa agar dapat mengendalikan keluaran berupa aktuator dan menampilkan karakter pada LCD. Robot *autonomous* sterilisasi ruangan menggunakan Ultraviolet-C dan sistem *line follower* menggunakan minimum Sistem ESP32 seperti pada Gambar 2 dan ATmega328P pada Gambar 3.



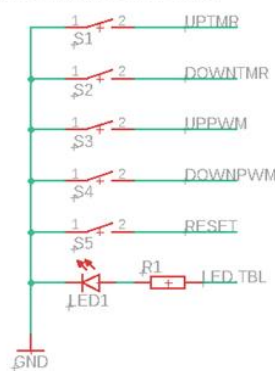
Gambar 2. Minimum Sistem ESP32



Gambar 3. Minimum Sistem ATmega328P

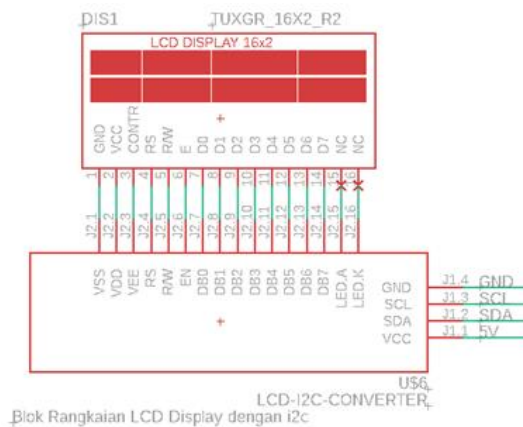
2.2.2. Rancangan Tombol Setting dan LCD Display

Blok Rangkaian Tombol Setting



Gambar 4. Skematik Tombol Setting

Rancangan tombol *setting* sebagaimana Gambar 4 pada rangkaian alat ini digunakan untuk mengatur nilai lama waktu sterilisasi dan kecepatan pergerakan alat mengelilingi ruangan. Sedangkan *display LCD* menampilkan karakter agar pengguna lebih mudah mengatur *timer* dan kecepatan alat. Agar penggunaan *display LCD* lebih mudah, maka menggunakan modul I2C sebagai penghubung antara *display LCD* dengan ESP32. Skematik *display LCD* dan I2C terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skematik LCD Display

2.2.3. Rancangan Modul Sensor FC-51

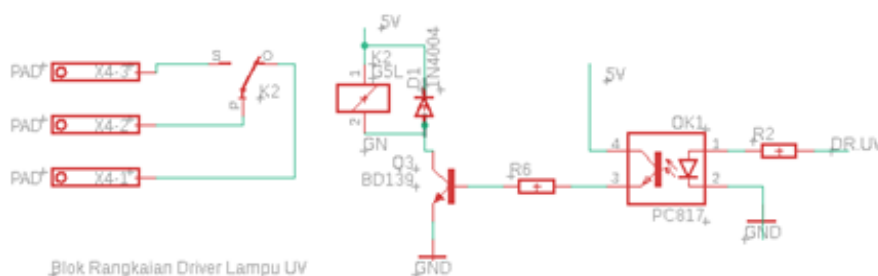
Modul sensor FC-51 berupa sensor infrared dan fotodiode yang terintegrasi dan digunakan sebagai pendeteksi garis. Modul ini memiliki 3 buah pin, yaitu VCC, Ground, dan sinyal *output* yang berupa tegangan *high* dan *low*. Pin sinyal *output* dihubungkan dengan pin digital ATmega328P. Pada alat ini, menggunakan 4 buah sensor FC-51 dan dipasang di tengah-tengah bagian bawah alat sterilisator. Skematik modul sensor FC-51 terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skematik Sensor FC-51

2.2.4. Rancangan Driver Lampu Ultraviolet

Driver lampu menggunakan relay DC, transistor, dan optocoupler seperti pada Gambar 7 sebagai komponen utama untuk mengatur hidup dan mati lampu ultraviolet yang menggunakan tegangan *Alternating Current* (AC). Relay mampu memutus dan menyambungkan tegangan AC yang dikendalikan oleh ESP32 yang menggunakan tegangan *Direct Current* (DC). Agar tidak terjadi arus balik pada coil relay, oleh karena itu ditambahkan diode yang dipasang secara *reverse*.



Gambar 7. Skematik *Driver* Lampu Ultraviolet

2.2.5. Rancangan Penggerak Motor

Agar dapat menggerakkan motor DC, diperlukan sebuah *driver*. Alat ini menggunakan modul *driver* BTS7960 karena motor DC yang digunakan memerlukan tegangan masukan sebesar 12VDC dan arus yang besar. Skematik modul BTS7960 terlihat di Gambar 8.



Gambar 8. Skematik *Driver* Motor DC

2.3. Rancangan Perangkat Lunak

Pembuatan rancangan perangkat lunak robot sterilisator menggunakan Bahasa C pada Arduino IDE. Rancangan perangkat lunak ini digunakan sebagai proses untuk menjalankan perintah antara perangkat masukan seperti pembacaan sensor dan perangkat keluaran seperti pergerakan motor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Pergerakan Robot Mengikuti Garis

Pengujian pergerakan robot *autonomous* sterilisasi mengikuti garis memiliki tujuan untuk mengetahui kemampuan sterilisator dalam mengelilingi ruangan dengan mengikuti garis hitam yang telah dibuat. Hasil pengujian ini dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pergerakan Robot Mengikuti Garis

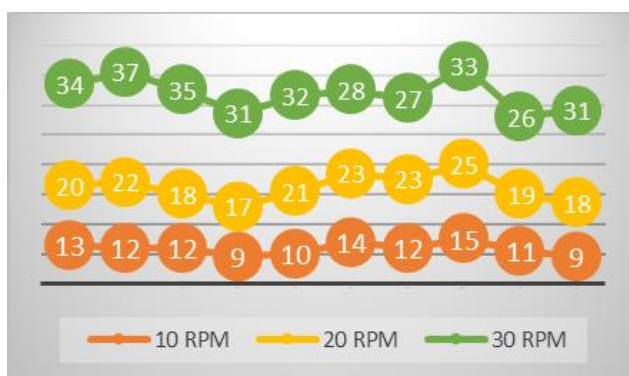
Putaran ke- ...	Setting Kecepatan Level 1 (10 RPM)		Setting Kecepatan Level 2 (20 RPM)		Setting Kecepatan Level 3 (30 RPM)	
	Hasil	Akurasi	Hasil	Akurasi	Hasil	Akurasi
I	✓	70%	✓	70%	✓	60%
II	✓		×		✓	
III	✓		×		✓	
IV	✓		✓		✓	
V	✓		✓		×	
VI	×		✓		×	
VII	✓		×		×	
VIII	✓		✓		✓	
IX	×		✓		✓	
X	×		✓		×	

Keterangan: (✓) Berhasil, (×) Gagal

Berdasarkan Tabel 3.1 diketahui bahwa pengujian sterilisator mengelilingi ruangan memiliki akurasi 60%-70% dari kecepatan level satu hingga level tiga yang mampu diterapkan pada alat. Dari penelitian ini diketahui bahwa semakin cepat pergerakan alat, akurasi pergerakan alat akan menurun. Akurasi pergerakan alat juga dipengaruhi oleh kedataran lintasan. Apabila terdapat perbedaan tinggi dan rendah lintasan yang cukup jauh atau lintasan tidak datar, akurasi pergerakan alat akan turun.

3.2. Pengujian Kecepatan

Pengujian kecepatan bertujuan untuk mengetahui keakurasian kecepatan pergerakan robot *autonomous* sterilisasi dengan kecepatan yang diharapkan. Terdapat 3 level pengaturan kecepatan yang berbeda: 10 RPM, 20 RPM, dan 30 RPM. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada masing-masing level kecepatan. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan berupa Tachometer. Hasil pengujian kecepatan ditunjukkan Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Kecepatan

Berdasarkan Gambar 9 analisis pengujian kecepatan pergerakan sterilisator diketahui bahwa pada level 1 (10 RPM) memiliki *error* sebesar (-1) hingga 5 RPM dengan rata-rata kecepatan 11,7 RPM. Sedangkan pada kecepatan level 2 (20 RPM) memiliki *error* sebesar (-3) hingga 5 RPM dengan rata-rata kecepatan 20,6 RPM. Pada kecepatan level 3 (30 RPM) memiliki *error* sebesar (-4) hingga 7 RPM dengan rata-rata kecepatan 31,4 RPM. Dari data ini, diketahui bahwa semakin tinggi level *setting* yang diterapkan pada alat, mengakibatkan nilai *error* yang semakin besar.

3.3. Pengujian Durasi Robot Mengelilingi Ruangan

Pengujian durasi alat mengelilingi ruangan dalam satu putaran dilakukan sebanyak 10 kali pada masing-masing level kecepatan yang berbeda. Lintasan alat yang digunakan berbentuk segi empat dan panjang lintasan alat sebesar 3x2,5 m. Hasil pengujian durasi sterilisator mengelilingi ruangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Durasi Robot Mengelilingi Ruangan

Putaran ke-...	Level 1 (10 RPM)		Level 2 (20 RPM)		Level 3 (30 RPM)	
	Waktu /putaran (menit)	Waktu Total (menit)	Waktu /putaran (menit)	Waktu Total (menit)	Waktu /putaran (menit)	Waktu Total (menit)
I	1,33	1,33	1,13	1,13	0,52	0,52
II	1,32	3,05	1,22	2,35	0,57	1,49
III	1,38	4,43	1,15	3,4	0,55	2,44
IV	1,37	6,21	1,16	4,56	0,49	3,32
V	1,37	7,58	1,08	6,04	1	4,32
VI	1,58	9,57	1,08	7,12	1,04	5,36
VII	1,39	11,36	1,15	8,27	0,55	6,31
VIII	1,47	13,23	1,14	9,41	0,48	7,19
IX	1,50	15,14	1,23	11,04	0,53	8,12
X	1,55	17,09	1,23	12,13	1	9,12

Berdasarkan data pada Tabel 2 menyatakan pada pengaturan kecepatan level 1 (10 RPM) robot dapat menempuh 10 kali putaran pada lintasan dengan ukuran 3x2,5 m dalam waktu 17,09 menit dan

rata-rata durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan satu putaran selama 1,43 menit. Sedangkan pada pengaturan kecepatan level 2 (20 RPM) robot dapat menyelesaikan 10 putaran dalam waktu 12,13 menit dengan rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu putaran adalah 1,16 menit. Pada pengaturan kecepatan level 3 (30 RPM) alat mampu menempuh 10 kali putaran dalam waktu 9,12 menit dengan rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu putaran adalah 1 menit. Semakin tinggi pengaturan level kecepatan yang diterapkan pada alat, semakin cepat pula pergerakannya dalam mengelilingi ruangan. Semakin luas ruangan yang akan disterilkan, disarankan menggunakan pengaturan level kecepatan yang lebih cepat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah ditemukan, robot *autonomous* sterilisasi ruangan memanfaatkan Ultraviolet-C dan sistem *line follower* mampu mengelilingi ruangan dengan mengikuti garis lintasan. Sehingga mampu meratakan paparan sinar lampu ultraviolet terhadap objek yang berada di sisi ruangan. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan berikut:

- a. Pergerakan robot *autonomous* sterilisasi ruangan memanfaatkan Ultraviolet-C dan sistem *line follower* mengikuti garis memiliki nilai akurasi 60%-70%. Akurasi pergerakan robot dipengaruhi oleh kecepatan pergerakan alat dan kedataran lintasan pada ruangan.
- b. Robot *autonomous* sterilisasi ruangan memanfaatkan Ultraviolet-C dan sistem *line follower* memiliki 3 level pengaturan kecepatan. Kecepatan level 1 (10 RPM) memiliki *error* sebesar (-1) hingga 5 RPM dengan rata-rata kecepatan 11,7 RPM. Sedangkan pada kecepatan level 2 (20 RPM) memiliki *error* sebesar (-3) hingga 5 RPM dengan rata-rata kecepatan 20,6 RPM. Pada kecepatan level 3 (30 RPM) memiliki *error* sebesar (-4) hingga 7 RPM dengan rata-rata kecepatan 31,4 RPM. Semakin tinggi level pengaturan yang diterapkan pada alat, mengakibatkan nilai *error* kecepatan yang semakin besar.
- c. Robot *autonomous* sterilisasi ruangan memanfaatkan Ultraviolet-C dan sistem *line follower* dengan 3 level kecepatan yang dapat diterapkan mampu mempengaruhi waktu untuk mengelilingi ruangan. Semakin tinggi level yang ditentukan, semakin cepat pula pergerakan alat, sehingga alat semakin cepat mengelilingi ruangan. Semakin luas ruangan yang akan disterilkan, disarankan menggunakan pengaturan level kecepatan yang semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 30 Tahun 2019 tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit*, vol. Nomor 65, no. 879. Republik Indonesia, Jakarta, 2019, pp. 2004–2006.
- [2] Sofyan, A.F., Homenta, H., and Rares, F., “Pola Bakteri Aerob yang Berpotensi Menyebabkan Infeksi Nosokomial di Kamar Operasi CITO BLU RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado,” *J. e-Biomedik*, vol. 3, pp. 381–385, 2015.
- [3] K. Kesehatan, *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Infeksi di Rumah Sakit dan Fasilitas Pelayanan Kesehatan Lainnya*, 3rd ed. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2011.
- [4] K. R. Kesehatan, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Jakarta, 2004, pp. 1–64.
- [5] I. Nugraningtyas, R., Muryani, S., and Werdiningsih, “Perbedaan Penurunan Angka Kuman Dinding Setelah Didisinfeksi Dengan Sinar Ultraviolet dan Pengkabutan Disinfektan ‘V’ di Ruang Perawatan BP4 Kotagede Yogyakarta Tahun 2012,” *Sanitasi, J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2012.
- [6] Waluyo, R.A., and Cahyono, T., “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.
- [7] Yang, J.H., Wu, U.I., Tai, H.M., and Sheng, W.H., “Effectiveness of an ultraviolet-C disinfection system for reduction of healthcare-associated pathogens,” *J. Microbiol. Immunol.*

- Infect.*, vol. 52, no. 3, pp. 487–493, 2019, doi: 10.1016/j.jmii.2017.08.017.
- [8] Hapsari, A.A.N., Mak'ruf, M.R., and Nugraha, P.C., "Modifikasi UV Sterilisator Ruang dengan Dilengkapi dengan *Timer* Otomatis dan Hourmeter di RSUD Dr. Sayidiman, Magetan," Politeknik Kesehatan Surabaya, 2018.
- [9] Prinandika, E.B., "Sistem Pengaturan Kecepatan Motor pada Robot Line Follower Berbeban Menggunakan Kontroller PID," *J. Mhs. TEUB*, vol. 2, no. 5, pp. 1–7, 2014.