

Sistem Kendali Alat Sterilisasi Ruangan Menggunakan Lampu UVC254 Nm Dengan Android

Eko Joni Pristianto¹, Yusuf Nur Wijayanto², Dayat Kurniawan³,
Hana Arisesa⁴, Budi Prawara⁵

^{1,2,3,4,5}Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (P2ET-LIPI)
Jl. Sangkuriang, Kampus LIPI Cisitu Gd.20/Lt.4, Bandung, Indonesia
ekojonip5@gmail.com

Abstrak

Saat ini dunia sedang mengalami pandemi virus *Coronavirus disease* (Covid-19) yang sudah berdampak sangat besar pada kehidupan di bumi ini khususnya manusia. Lampu UVC 254 nm merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mensterilisasi ruangan dengan prinsip memecah DNA mikroorganisme sehingga dapat memutus mata rantai penyebaran virus. Sistem kendali yang dirancang bertujuan agar proses sterilisasi ruangan dapat dilakukan dengan aman, terjadwal, dan dapat dikendalikan dari jarak jauh. Untuk menghindari manusia dari paparan sinar UVC 254 nm sistem dilengkapi dengan tiga buah sensor PIR, sehingga alat sterilisasi ruangan ini hanya dapat beroperasi saat ruangan bebas dari keberadaan manusia dan binatang. Proses pengendalian dilakukan secara *remote* dengan perangkat android melalui komunikasi *bluetooth*. Dengan penambahan modul *real time clock* (RTC), proses penjadwalan sterilisasi ruangan secara otomatis dapat dilakukan. Sistem ini juga dilengkapi *counter* untuk menghitung masa pemakaian lampu UVC dan secara otomatis akan memberikan peringatan penggantian lampu UVC. Indikator berupa led RGB dan *buzzer* ditambahkan untuk membantu pengguna mengetahui status dari alat sterilisasi tersebut. Dari hasil pengujian, semua fungsi dan fitur sistem kendali yang dibuat dapat berjalan dengan baik. Jarak maksimal koneksi perangkat android dan alat sterilisasi adalah 9 meter, sedangkan jarak maksimal deteksi sensor PIR adalah 8 meter.

Kata kunci: lampu UVC, sterilisasi, sistem kendali, android

I. PENDAHULUAN

Saat ini dunia sedang mengalami pandemi berupa wabah virus *Coronavirus disease* (Covid-19) yang sudah berdampak sangat besar pada kehidupan di bumi ini khususnya manusia. Perilaku hidup bersih dan sehat saat ini diwajibkan baik berupa pemakaian alat pelindung diri sederhana, menjaga jarak antar manusia, sering mencuci tangan, dan membersihkan lingkungan secara berkala [1]. Kebersihan lingkungan dapat diwujudkan dengan melakukan aktifitas disinfeksi atau sanitasi atau sterilisasi dengan cairan kimia yang dapat untuk membasmi mikroorganisme yang ada dilingkungan baik di luar dan di dalam ruangan. Penggunaan cairan kimia dalam proses sterilisasi

ini akan mengakibatkan lingkungan yang dibersihkan menjadi basah dan hal ini kurang efektif jika dilakukan didalam ruangan yang berisikan perabot rumah tangga, perangkat elektronik, dan serta dokumen perkantoran yang seharusnya selalu dalam keadaan kering agar terhindar dari kerusakan. Salah satu cara untuk sterilisasi ruangan yang tidak menggunakan cairan kimia adalah menggunakan lampu UVC 254 nm yang dipaparkan pada ruangan [2-6].

Sistem kendali lampu UVC yang serupa terdapat pada penelitian yang berjudul "*Programmable and low-cost ultraviolet room disinfection device*" [7]. Pada penelitian tersebut jumlah sensor PIR yang dipakai hanya berjumlah satu buah, sehingga ada daerah disekitar alat yang tidak bisa mendeteksi

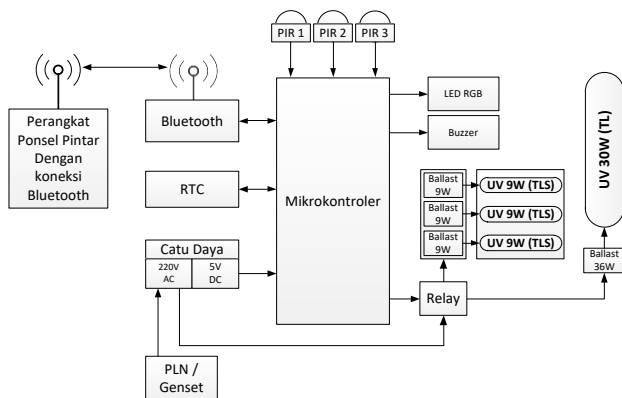
keberadaan manusia dan binatang, sehingga kurang aman. Tidak memiliki modul RTC, sehingga tidak memiliki fitur penjadwalan, serta tidak memiliki fitur penghitung umur lampu UVC.

Sistem kendali di atas memiliki celah untuk diperbaiki agar lebih aman dan praktis dalam pengoperasiannya yaitu dengan menambahkan jumlah sensor PIR yang status dan notifikasinya bisa diamati dari jarak jauh menggunakan perangkat android, dan modul *real-time clock* (RTC) agar alat dapat dinyalakan dan dimatikan sesuai jam dan tanggal yang dapat diatur. Dengan begini alat sterilisasi ruangan dapat dioperasikan secara terjadwal serta juga dapat dikendalikan dari jarak jauh ketika dibutuhkan, sehingga keamanan manusia atau hewan yang ada di dalam ruangan lebih terjaga dari radiasi sinar UVC 254 nm

II. METODE PENELITIAN

2.1 Perangkat keras

Blok diagram sistem kendali lampu UVC untuk alat sterilisasi ruangan ditunjukkan pada gambar 1.

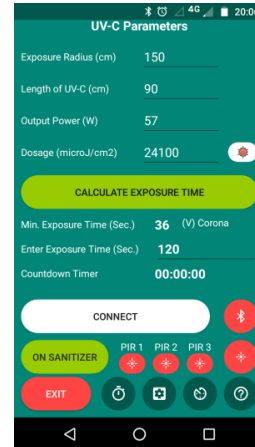


Gambar 1. Blok diagram sistem kendali lampu UVC 254 nm untuk alat sterilisasi ruangan

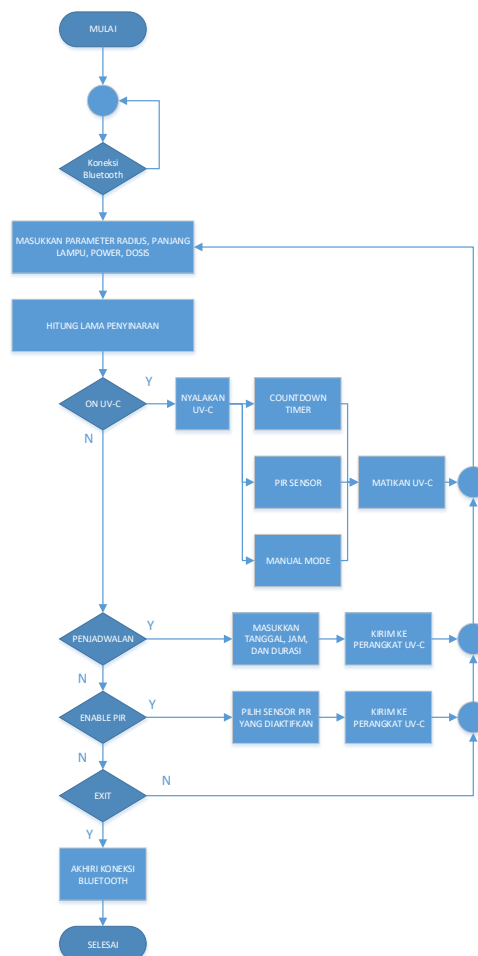
Terdiri dari satu buah lampu UVC 254 nm 30W jenis TL, tiga buah lampu UVC 254 nm 9W jenis TLS, mikrokontroler arduino nano [8], modul *bluetooth* HC-05, modul *real-time clock* RTC DS3231, trafo ballast 36W yang terhubung dengan relai, sebagai pengatur daya masukan untuk lampu UVC 36W dengan jenis TL dan tiga buah trafo ballast 9W yang terhubung dengan relai, sebagai pengatur daya masukan tiga buah lampu UVC 9W dengan jenis TLS, led RGB dan *buzzer* sebagai indikator status alat sterilisasi dan perangkat catu daya yang menghasilkan tegangan 12V DC dan 5V DC.

2.1 Perangkat Lunak

Pada sistem kendali ini terdiri dari dua buah perangkat lunak, yaitu perangkat lunak untuk mikrokontroler dan aplikasi android yang terinstal di ponsel pintar. Tampilan aplikasi android ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Tampilan aplikasi android sistem kendali alat sterilisasi ruangan dengan UVC 254 nm



Gambar 3. Diagram alir aplikasi android untuk sistem kendali alat sterilisasi ruangan dengan UVC 254 nm

Gambar 2 merupakan tampilan awal sekaligus sebagai jendela utama dari aplikasi, terdiri dari kolom UVCparameter, pada bagian ini pengguna dapat mengatur sejumlah parameter antara lain: radius penyinaran, panjang lampu UVC yang digunakan, daya keluaran dan dosis penyinaran. Untuk dosis penyinaran dapat dipilih sesuai dengan mikro organisme yang akan dibasmi. Sedangkan untuk diagram alir program android ditunjukkan pada gambar 3,

Waktu penyinaran dihitung menggunakan persamaan [9]:

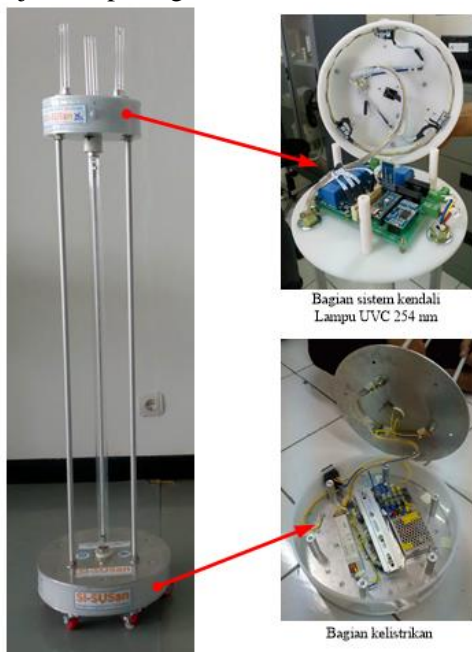
$$t = \frac{D \times A}{P} = \frac{D \times (2 \times \pi \times r \times L)}{P}$$

dimana:

- t = minimum waktu penyinaran (Second)
- A = Luas permukaan (cm²) dalam hal ini luas selimut tabung
- D = Dosis yang diberikan (J/cm²)
- r = jari-jari dari pusat lampu UVC(cm)
- L = panjang lampu UVC(cm)
- P = Power lampu UVCyang digunakan (Watt=Joule/s)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi dari desain perangkat keras ditunjukkan pada gambar4.



Gambar 4. Perangkat keras sistem kendali Lampu UVC 254 nm

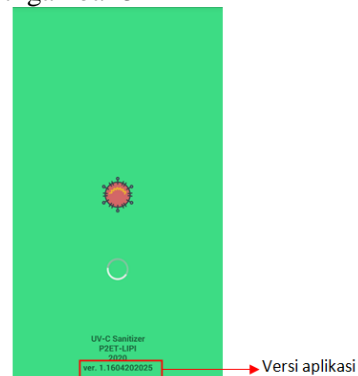
Bagian sistem kendali yang berupa papan rangkaian tercetak yang terdiri dari mikrokontroler, modul bluetooth, sensor PIR, RTC, relay, led RGB dan buzzer diletakkan dibagian atas alat, hal ini untuk mempermudah pengecekan dan untuk mengoptimalkan sinyal dari *bluetooth*. Sedangkan untuk bagian kelistrikan yang terdiri modul catu daya dan trafo *ballast* diletakkan dibagian bawah alat, untuk mengurangi efek panas dari dua modul tersebut.

Aplikasi Android pada sistem ini merupakan perangkat lunak yang bekerja pada sistem operasi android pada ponsel pintar dengan minimum versi OS android adalah *jelly bean* (4.1.x). Fungsi dari aplikasi ini adalah untuk mengontrol dan memonitor alat sterilisasi dengan lampu UVC 254 nm untuk membunuh mikroorganisme seperti virus, bakteri dan jamur yang berbahaya bagi manusia. Aplikasi ini melakukan komunikasi dengan perangkat keras menggunakan perangkat *Bluetooth*. Aplikasi ini dilengkapi dengan fitur-fitur untuk menghitung minimum lama penyinaran UVC, database dosis penyinaran untuk berbagai mikroorganisme, sistem manual atau otomatis ON/OFF UVC, sistem keamanan menggunakan PIR sensor sistem penjadwalan dan sistem *counter* penghitung waktu pemakaian lampu UVC. Aplikasi ini dapat dijalankan pada ponsel pintar dengan OS android dengan spesifikasi teknis minimal sebagai berikut [6]:

- Minimum OS android *jelly bean* (4.1.x)
- Ram ponsel pintar 1GB
- Ruang peyimpanan 4MB

Pengujian sistem dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mengubungkan perangkat alat sterilisasi dengan jaringan listrik, Tekan tombol ON pada perangkat lalu tunggu sebentar sampai lampu indikator pada perangkat berwarna hijau.
2. Membuka aplikasi sehingga muncul tampilan awal seperti gambar 5



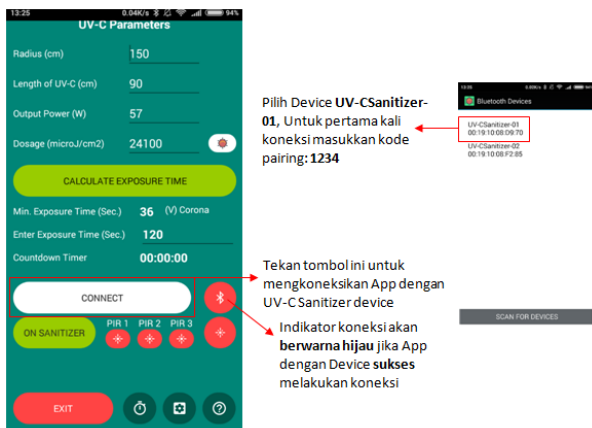
Gambar 5. Tampilan awal aplikasi

3. Memasukkan beberapa parameter untuk menghitung lama penyinaran seperti ditunjukkan pada gambar 6



Gambar 6. Tampilan Utama aplikasi dan fungsi-fungsinya

4. Menghubungkan aplikasi dengan perangkat keras melalui Bluetooth dengan nama UV-CSanitizer-01, kode pairing : 1234 seperti yang ditunjukkan pada gambar 7



Gambar 7. Cara menghubungkan aplikasi ke perangkat keras

5. Tekan tombol ON SANITIZER untuk menyalakan lampu UVC dan memulai waktu penyinaran, countdown timer akan menghitung mundur berdasarkan waktu penyinaran yang telah dimasukkan seperti yang ditunjukkan gambar 8.



Gambar 8. Cara menyalakan lampu UVC dan membaca indikator

6. Lampu UVC dapat dimatikan dengan 3 cara, yaitu:

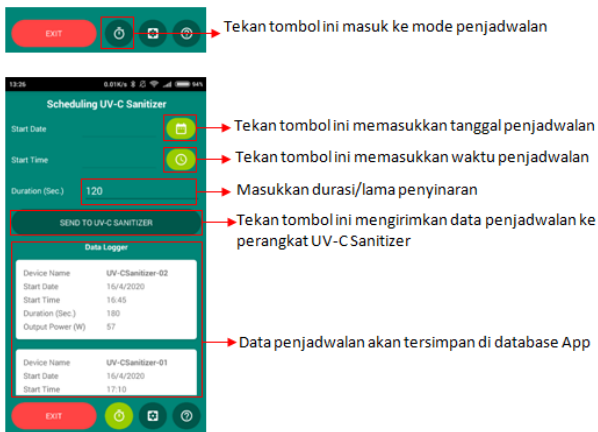
- Tekan tombol OFF SANITIZER
- Lampu UVC akan mati secara otomatis jika cowndown timer telah selesai
- Lampu UVC akan mati secara otomatis jika Sensor PIR aktif dan mendeteksi keberadaan manusia atau binatang

7. Sensor PIR dapat *di-enabled* dan *disabled* selama proses penyinaran. Jika sensor PIR *di-disabled* maka lampu UVC akan tetap menyala meskipun sensor PIR mendeteksi pergerakan manusia/hewan, misal untuk keperluan pengukuran, seperti yang ditunjukkan pada gambar 9.



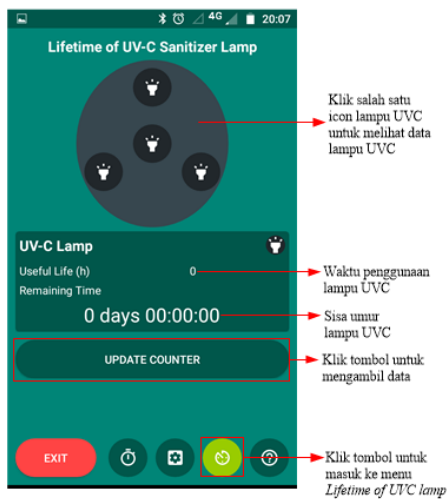
Gambar 9. Cara pengaturan sensor PIR

8. Aplikasi ini dilengkapi fitur penjadwalan, yang artinya lampu UVC akan menyala dan padam perdasarkan jadwal tanggal dan waktu yang telah ditentukan, seperti yang ditunjukkan gambar 10.



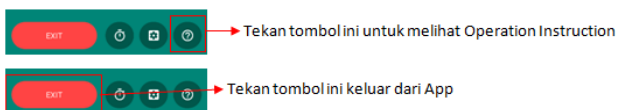
Gambar 10. Pengaturan penjadwalan

9. Selain fitur penjadwalan, aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur *counter* untuk menghitung masa pemakaian lampu UVC dan secara otomatis akan memberikan peringatan penggantian lampu UVC, seperti yang ditunjukkan pada gambar 11



Gambar 11. Cara melihat masa pemakai lampu UVC

10. Tekan tombol *help* untuk melihat intruksi pemakaian dari sistem seperti yang ditunjukkan gambar 12.



Gambar 12. Cara melihat intruksi manual dan keluar dari aplikasi

11. Untuk keluar App tekan tombol *Exit* atau tekan dua kali tombol *back* pada perangkat android seperti yang ditunjukkan gambar 12.

Komunikasi antara aplikasi dengan perangkat keras menggunakan data serial melalui *bluetooth* dengan konfigurasi sebagai berikut:

- Baud rate : 9600
- Data bits : 8
- Stop Bits : 1
- Parity : None
- Flow Control : None

Modul *bluetooth* yang digunakan adalah HC-05 yang difungsikan sebagai *slave* terhubung ke arduino nano sebagai kontroler untuk mengendalikan lampu UVC, membaca sensor PIR dan mengambil data waktu dari RTC. Paket data komunikasi antara aplikasi android dengan alat sterilisasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

Paket data dari Aplikasi ke Perangkat sterilisasi

Header	Command	Tail
--------	---------	------

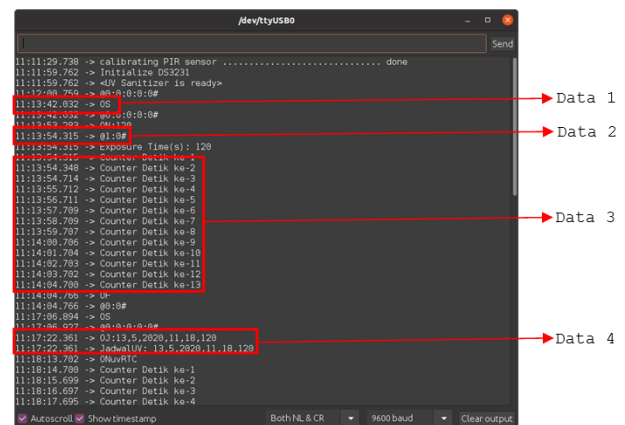
dimana : *Header* dengan panjang data 1 byte berupa simbol “@”, *Command* dengan panjang data n byte berupa instruksi ON/OFF/Aktivasi PIR/Penjadwalan, sedangkan *Tail* dengan panjang data 1 byte berupa simbol “#”

Paket data dari perangkat sterilisasi ke Aplikasi

Header	Status	Tail
--------	--------	------

dimana : *Header* dengan panjang data 1 byte berupa simbol “@”, *Status* dengan panjang data n byte berupa status dari UVC dan sensor PIR, sedangkan *Tail* dengan panjang data 1 byte berupa simbol “#”

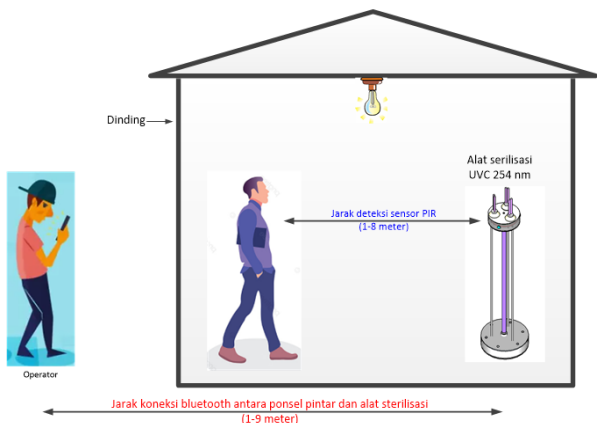
Log data antar muka aplikasi android dan perangkat keras ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Log data antar muka aplikasi android dan perangkat keras

Data 1 merupakan data yang dikirim dari aplikasi ke mikrokontroler setelah *header* dan *tailnya* dihilangkan, data 2 data yang dikirim mikrokontroler ke aplikasi, data 3 penghitung waktu mundur, dan data 4 merupakan perintah penjadwalan.

Pengujian deteksi jarak sensor PIR dan jangkauan koneksi *bluetooth* antara ponsel pintar yang sudah terinstal aplikasi dan alat sterilisasi ditunjukkan pada gambar 14. Sedangkan untuk data pengukurannya ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 14. Pengujian jarak koneksi bluetooth dan deteksi sensor PIR

Dari table 1 dapat dilihat, perangkat ponsel pintar dapat terhubung dengan alat sterilisasi dengan jarak maksimal 9 meter dengan halangan dinding, hal ini menunjukkan bahwa seorang operator yang akan menyalakan alat sterilisasi akan aman dari paparan sinar UVC 254 nm. Begitu juga dengan kemampuan sensor PIR mendeteksi keberadaan orang atau binatang dengan jarak maksimal 8 meter dengan jangkauan sudut 360 derajat, jarak ini merupakan jarak aman sistem untuk menonaktifkan alat sterilisasi secara otomatis saat mendeteksi keberadaan manusia atau binatang.

Tabel 1. Data pengukuran jangkauan koneksi Bluetooth dan sensor PIR

Jarak (meter)	Status	
	Bluetooth	Sensor PIR
1	konek	aktif
2	konek	aktif
3	konek	aktif
4	konek	aktif
5	konek	aktif
6	konek	aktif
7	konek	aktif
8	konek	aktif
9	konek	tidak aktif
10	tidak konek	tidak aktif
11	tidak konek	tidak aktif

Fitur penjadwalan yang dimiliki sistem ini juga sangat membantu pengguna mengatur jadwal sterilisasi ruangan secara otomatis. Misal alat sterilisasi diletakkan di sebuah ruang kerja di sebuah kantor, alat sterilisasi akan menyala otomatis setiap jam 7 pagi selama 1 menit untuk mensterilisasi ruangan, sehingga saat pegawai masuk ruang kerja, proses sterilisasi sudah selesai dan ruangan sudah terbebas dari mikroorganisme berbahaya.

Fitur yang paling penting lainnya dalam sistem ini adalah *counter* penghitung masa pemakaian lampu UVC 254 nm, hal ini sangat dibutuhkan karena setiap lampu UVC 254 nm memiliki batas waktu hidup sesuai yang tertera di *datasheet* lampu UVC yang digunakan. Saat lampu UVC 254 nm sudah melampaui waktu hidup, maka ke efektifitasan membunuh mikroorganisme akan berkurang.

Dengan demikian sistem kendali yang dirancang sudah dapat memenuhi faktor keamanan dan kepraktisan untuk mengendalikan alat sterilisasi ruangan dengan menggunakan lampu UVC 254 nm.

IV. KESIMPULAN

Sistem kendali yang dirancang sudah dapat memenuhi faktor keamanan dan kepraktisan untuk mengendalikan alat sterilisasi ruangan menggunakan lampu UVC 254 nm. Tiga buah sensor PIR dengan total cakupan area 360 derajat, dapat mendeteksi keberadaan manusia dan binatang dengan jarak maksimal 7 meter. Jarak maksimal koneksi *bluetooth* dari perangkat android ke alat sterilisasi adalah 8 meter. Fitur penjadwalan dan *counter* penghitung masa pemakaian lampu UVC 254 nm juga berjalan dengan baik. Rencana penelitian selanjutnya mengukur pola radiasi pancaran sinar lampu UVC 254 nm dan uji efektifitas terhadap mikroorganisme terutama *Coronavirus disease* (Covid-19).

REFERENSI

- [1] N. Lotfinejad, A. Peters, D. Pittet, 2020, "Hand hygiene and the novel coronavirus pandemic: The role of healthcare workers", *Journal of Hospital Infection*, <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.03.017>.
- [2] Yusuf Nur Wijayanto, Eko Joni Pristianto, Dayat Kurniawan, Budi Prawara, Heri Soepriyadi, Mudjidjat, Abdul Wahid Aminudin, Anwar, 2020, "Alat Sterilisasi Ruangan Menggunakan Lampu Ultraungu Tipe C Dengan Pengendali Cerdas Nirkawat Dan Metode Pengendaliannya", *Paten Indonesia, No P00202004985*.
- [3] Thomas P. Coohill and Jose-Luis Sagripanti, 2008, "Overview of the Inactivation by 254nm Ultraviolet

- Radiation of Bacteria with Particular Relevance to Biodefense”, *Photochemistry and Photobiology*, Vol 84, Issue 5, pp 1084-1090.
- [4] Abba Amsami Elgujja, Haifa Humaidan Altalhi, Salah Ezreqat, 2020, “*Review of the Efficacy of Ultraviolet C for Surface Decontamination*”, Preprint.
- [5] Marcel Bentancor, Sabina Vidal, “Programmable and low-cost ultraviolet room disinfection device”, *HardwareX 4 (2018) e00046*.
- [6] C. Smolle, F. Huss, M. Lindblad, F. Reischies, dan E. Tano, 2018, “Effectiveness of automated ultraviolet-C light for decontamination of textiles inoculated with *Enterococcus faecium*”, Vol 98, Issue 1, pp 102-104.
- [7] Ariyadi, T, Dewi, S.S, “Pengaruh Sinar Ultra Violet terhadap Pertumbuhan Bakteri *Bacillus* sp Sebagai Bakteri Kontaminan”, *Jurnal Kesehatan*, Vol.2, 2009.
- [8] (2020) Arduino website. [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>
- [9] Yusuf Nur Wijayanto, Eko Joni Pristianto, Dayat Kurniawan, Budi Prawara, 2020, “Aplikasi Android Untuk Smart Low Cost UV-C Sanitizer Dengan Nama Si-SUSan”, *Hak Cipta Indonesia*, No P00202004985.