

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebersihan serta kondisi steril pada peralatan medis merupakan faktor penting yang harus selalu dijaga. Apabila alat kesehatan tidak disterilisasi dengan benar, hal tersebut berpotensi menimbulkan penularan penyakit maupun infeksi silang yang berbahaya bagi pasien dan tenaga medis. Untuk mencegah risiko tersebut, sterilisasi telah ditetapkan sebagai prosedur standar yang wajib dilakukan di berbagai fasilitas kesehatan seperti rumah sakit, klinik, dan puskesmas. Beberapa metode yang umum dipakai meliputi penggunaan autoclave dengan uap panas bertekanan tinggi, sterilisasi berbasis bahan kimia, serta metode pemanasan kering. Walaupun metode-metode tersebut terbukti efektif, penerapannya masih menghadapi kendala, antara lain memerlukan waktu yang relatif lama, membutuhkan energi yang cukup besar, dan bergantung pada sarana pendukung yang tidak selalu tersedia di semua wilayah.

Salah satu solusi alternatif yang kini mulai banyak dikembangkan adalah penggunaan sinar ultraviolet (UV). Sinar ultraviolet (UV) merupakan jenis radiasi elektromagnetik yang berasal dari pancaran sinar matahari (Afivah et al., 2023). Berdasarkan panjang gelombangnya, sinar ultraviolet terbagi menjadi tiga kategori. UV-A memiliki panjang gelombang antara 320 hingga 400 nanometer, UV-B berkisar antara 290 hingga 320 nanometer, sedangkan UV-C memiliki panjang gelombang yang lebih pendek, yaitu di bawah 290 nanometer (Marbun et al., 2023). Untuk sterilisasi sinar ultraviolet yang digunakan ialah sinar ultraviolet C (UV-C), karena telah terbukti efektif dalam membunuh mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan jamur dengan cara merusak struktur DNA atau RNA-nya (Afida et al., 2022). Namun, sinar UV-C memiliki energi paling tinggi dibandingkan jenis sinar ultraviolet lainnya, sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia. Paparan

UV-C dalam durasi yang lama berisiko menimbulkan berbagai gangguan pada tubuh, seperti kerusakan kulit, kerusakan mata, hipertensi serta gangguan kesehatan lainnya (Marbun et al., 2023).

Namun demikian, penggunaan alat sterilisasi sinar UV konvensional masih memiliki keterbatasan dari sisi pemantauan dan pengendalian sistem. Sebagian besar alat UV masih dioperasikan secara manual tanpa sistem pemantauan waktu nyata, sehingga kurang optimal dari segi efisiensi, keamanan, dan kepastian proses sterilisasi. Seiring dengan perkembangan teknologi di era digital, pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam bidang kesehatan terus mengalami peningkatan. Teknologi IoT memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung dan dikendalikan melalui jaringan internet, baik dari jarak dekat maupun jarak jauh.

Melalui integrasi teknologi IoT, proses sterilisasi dapat dikendalikan, dijadwalkan, serta dipantau status operasionalnya secara *real-time* melalui perangkat mobile. Hal ini memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pengoperasian alat. Untuk meningkatkan keandalan sistem, alat ini dilengkapi dengan sensor warna yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan dan intensitas sinar UV-C, bukan untuk mendeteksi bakteri atau kuman secara langsung. Sensor warna digunakan sebagai indikator bahwa sinar UV-C telah aktif dan bekerja sesuai dengan parameter yang ditetapkan. Dengan adanya sinar UV-C yang terdeteksi, maka dapat dipastikan bahwa proses sterilisasi sedang berlangsung, mengingat sinar UV-C secara ilmiah telah terbukti mampu merusak struktur DNA dan RNA mikroorganisme sehingga bakteri dan kuman dapat dinonaktifkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan suatu rancangan alat sterilisasi peralatan medis yang ekonomis, efisien, portabel, dan cerdas dengan memanfaatkan sinar UV-C berbasis teknologi IoT. Alat ini diharapkan dapat membantu fasilitas layanan kesehatan, khususnya di daerah terpencil dengan keterbatasan sarana dan prasarana medis, dalam melaksanakan proses sterilisasi yang optimal, hemat energi, dan aman. Selain itu, fitur pemantauan menggunakan *smartphon* memungkinkan pengguna memastikan proses sterilisasi berjalan sesuai standar tanpa harus selalu berada di lokasi alat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun alat sterilisasi peralatan medis berbasis IoT yang menggunakan sinar UV-C agar mampu bekerja secara efektif dan aman?
2. Bagaimana cara mengintegrasikan sistem IoT agar alat dapat dikontrol dan dipantau secara jarak jauh melalui perangkat *mobile*?
3. Bagaimana cara mengintegrasikan sensor warna sebagai indikator keberadaan dan kinerja sinar UV-C dalam proses sterilisasi peralatan medis?
4. Bagaimana kinerja alat sterilisasi sinar UV-C dalam menjalankan proses sterilisasi berdasarkan waktu penyinaran dan kondisi operasional yang telah ditentukan?
5. Bagaimana tingkat keamanan alat sterilisasi sinar UV-C dalam penggunaannya untuk memastikan proses sterilisasi berjalan sesuai standar?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan keterarahannya, penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal, yaitu:

1. Sensor warna TCS34725 digunakan hanya untuk membaca intensitas cahaya sinar UV-C sebagai indikator aktifnya lampu UV-C, tanpa melakukan pengukuran atau identifikasi bakteri maupun kuman secara langsung.
2. Sensor GUVA-S12SD diprogram untuk mengambil nilai tertinggi (peak value) selama proses sterilisasi berlangsung, sehingga data yang dihasilkan bersifat absolut terhadap kondisi pengujian alat.
3. Nilai UV Index yang ditampilkan pada sistem merupakan nilai relatif hasil perhitungan internal sistem, dan tidak mengacu maupun dibandingkan dengan standar UV Index internasional.

4. Sistem *Internet of Things* (IoT) yang diterapkan pada alat ini terbatas pada fungsi pemantauan data dan kontrol dasar, seperti menampilkan status alat dan mengaktifkan atau menonaktifkan proses sterilisasi dari jarak jauh.
5. Alat sterilisasi ini hanya ditujukan untuk peralatan medis non-elektronik, sehingga tidak diperuntukkan bagi peralatan yang mengandung komponen elektronik atau sensitif terhadap paparan sinar UV-C.
6. Hasil sterilisasi secara ideal dapat dipastikan tingkat sterilitasnya menggunakan alat khusus pendeteksi kuman dan bakteri, seperti peralatan uji mikrobiologi (mikroskop laboratorium, inkubator kultur bakteri, dan *colony counter*). Namun, penggunaan alat-alat tersebut memerlukan fasilitas laboratorium khusus serta biaya yang relatif mahal, sehingga belum memungkinkan untuk diterapkan dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun alat sterilisasi peralatan medis non-elektronik menggunakan sinar UV-C berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Menerapkan sistem kendali dan pemantauan alat sterilisasi sinar UV-C secara *real-time* melalui perangkat mobile dengan memanfaatkan teknologi IoT.
3. Memanfaatkan sensor warna TCS34725 sebagai indikator keberadaan dan intensitas sinar UV-C selama proses sterilisasi berlangsung.
4. Menghasilkan nilai UV Index relatif sebagai informasi kondisi penyinaran sinar UV-C berdasarkan hasil perhitungan sistem.
5. Melakukan pengujian kinerja dan keamanan alat sterilisasi sinar UV-C berdasarkan waktu penyinaran dan kondisi operasional yang telah ditentukan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi tenaga medis dan fasilitas kesehatan, alat ini membantu mempercepat dan mempermudah proses sterilisasi peralatan medis dengan cara yang lebih aman, efisien, dan tidak bergantung pada metode konvensional serta menjadi solusi praktis karena dapat digunakan tanpa membutuhkan infrastruktur yang kompleks atau biaya operasional yang tinggi.
2. Bagi dunia pendidikan sekolah, alat ini membantu menjaga kebersihan dan sterilitas peralatan praktikum secara ekonomis, sehingga mendukung kelancaran kegiatan pembelajaran maupun penelitian.
3. Bagi pasien dan masyarakat, alat ini berkontribusi dalam menurunkan risiko infeksi silang, sehingga meningkatkan rasa aman dan kualitas layanan kesehatan yang diterima.
4. Bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, penelitian ini memberikan contoh penerapan nyata teknologi IoT dan sensor dalam bidang kesehatan, sehingga dapat menjadi bahan ajar sekaligus memperluas wawasan serta keterampilan peserta didik maupun peneliti di bidang teknik elektro dan kesehatan.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar memudahkan pemahaman pembaca, penulisan laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika sebagai berikut:

1. Bagian pendahuluan menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
2. Bagian tinjauan pustaka membahas kajian terdahulu, landasan teori serta komponen-komponen yang digunakan.
3. Bagian metodologi penelitian Menjelaskan tentang cara kerja alat, blok diagram sistem, flowchart sistem, rancangan hardware, rancangan software serta rancangan prototipe untuk tugas akhir.

4. Bagian hasil penelitian dan analisa menyajikan hasil perancangan dan pengujian alat sterilisasi peralatan medis menggunakan sinar UV-C berbasis IoT, serta analisis data yang diperoleh dari pengujian sistem dan sensor.
5. Bagian kesimpulan dan saran berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan, serta saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan dan penyempurnaan alat di masa mendatang.