

Implementasi Sistem Monitoring Daya Sterilisasi Botol Kemasan Berbasis *IoT-App* untuk Pengembangan UMKM

Aripriharta*¹, Aji Prasetya Wibawa², Mohamad Rodhi Faiz³, Markus Diantoro⁴, Suhiro Wongso Susilo⁵, Aditya Wahyu Setiawan⁶

^{1,2,3,5,6} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

⁴ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang 5 Malang 65145 Jawa Timur INDONESIA

Email: aripriharta.ft@um.ac.id*¹, aji.prasetya.ft@um.ac.id², mohamad.rodhi.ft@um.ac.id³, markus.diantoro.fmipa@um.ac.id⁴, suhiro.wongso.2105366@students.um.ac.id⁵, aditya.wahyu.2205366@students.um.ac.id⁶

Abstract— *In the UMKM industry, bottle packaging is a vital element that requires sterilization and cleaning to avoid bacterial contamination. To solve this problem, an IoT-based bottle sterilization machine using UV light was developed to help UMKM improve their efficiency and product quality. The development process of this machine involved several methods, including needs analysis, designing, training, and thorough testing. This machine uses UV light to effectively kill bacteria and other microorganisms. Test results show that the machine has high accuracy in power monitoring, with more than 95% accuracy in sterilization mode and 98% accuracy in dryer mode. This proves the reliability of the system in maintaining optimal performance. The integrated IoT technology enables real-time monitoring and control of the machine, making it easier for users to operate and maintain the machine. With this IoT-based sterilization machine, UMKM can save time and effort, while still maintaining the quality of their products. In addition, the use of this technology can also increase consumer confidence in the products produced, and strengthen product competitiveness in the market. The implementation of this IoT-based sterilization machine is expected to provide effective solutions for UMKM in facing the challenges of cleaner, more efficient, and safer production.*

Intisari— Dalam dunia industri UMKM, kemasan botol menjadi elemen vital yang memerlukan sterilisasi dan pembersihan untuk menghindari kontaminasi bakteri. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkanlah mesin sterilisasi botol menggunakan sinar UV berbasis *IoT* yang dirancang untuk membantu UMKM meningkatkan efisiensi dan kualitas produk mereka. Proses pengembangan mesin ini melibatkan beberapa metode, termasuk analisis kebutuhan, perancangan, pelatihan, dan pengujian menyeluruh. Mesin ini menggunakan sinar UV untuk membunuh bakteri dan mikroorganisme lainnya secara efektif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin ini memiliki akurasi tinggi dalam *monitoring* daya, dengan tingkat akurasi lebih dari 95% pada mode sterilisasi dan 98% pada mode *dryer*. Hal ini membuktikan keandalan sistem dalam menjaga kinerja yang optimal. Teknologi *IoT* yang terintegrasi memungkinkan pemantauan dan pengendalian mesin secara *real-time*, memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengoperasikan dan memelihara mesin. Dengan adanya mesin sterilisasi berbasis *IoT* ini, UMKM dapat menghemat waktu dan tenaga, sambil tetap menjaga kualitas produk mereka. Selain itu, penggunaan teknologi ini juga dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan, serta memperkuat daya saing produk di pasaran. Implementasi mesin sterilisasi berbasis *IoT* ini diharapkan mampu memberikan solusi efektif bagi UMKM dalam menghadapi tantangan produksi yang lebih bersih, efisien, dan aman.

Kata Kunci— Aplikasi, Botol, *IoT*, Sterilisasi, UMKM

I. PENDAHULUAN

Industri minuman yang dijalankan oleh usaha mikro kecil menengah (UMKM) umumnya menggunakan berbagai jenis bahan dasar kemasan untuk produk mereka, seperti plastik, kertas, kaca, dan bahan lainnya [1]. Di antara berbagai bahan tersebut, kaca merupakan bahan dasar yang memiliki tingkat kebersihan yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh sifat kaca yang tidak memiliki ruang untuk residu, sehingga tidak menyebabkan aroma tidak sedap. Sebaliknya, kemasan plastik seringkali menghasilkan aroma tidak sedap ketika terkena suhu panas, yang dapat menyebabkan racun terkontaminasi pada air dalam kemasan [2]. Namun, secara keseluruhan botol kemasan perlu dibersihkan secara menyeluruh sebelum digunakan kembali. Botol bekas sering kali berisi debu, pasir, sisa minuman, air hujan, noda mineral, dan mikroba. Kesehatan konsumen menjadi faktor utama yang harus diperhatikan, namun kenyataannya banyak penjual masih membersihkan kemasan kaca dengan air dan sabun yang tingkat kebersihannya belum bisa dipastikan. Metode pembersihan yang efektif dan efisien menjadi kebutuhan mendesak untuk memastikan tingkat kebersihan yang tinggi dari kemasan kaca.

Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah penggunaan gelombang sinar ultraviolet (UV) untuk membersihkan dan sterilisasi botol kemasan. Sinar UV adalah jenis radiasi elektromagnetik yang dapat merusak asam deoksiribonukleat (DNA) mikroorganisme, sehingga mengganggu kemampuan organisme untuk bereplikasi atau berkembang [3]. Meskipun mikroorganisme memiliki kemampuan untuk memperbaiki kerusakan DNA, sistem perbaikan tersebut tidak sempurna. Oleh karena itu, diperlukan waktu penyinaran UV yang cukup lama untuk meningkatkan kerusakan DNA dan mengurangi kemampuan perbaikan mikroorganisme, yang berpotensi mengganggu kesehatan manusia [4].

Untuk mengatasi tantangan ini, dikembangkan inovasi berupa mesin sterilisasi botol kemasan menggunakan sinar UV berbasis *Internet of Things (IoT)* [5]. Mesin ini diharapkan dapat membantu UMKM, khususnya penjual minuman dengan kemasan kaca, untuk membersihkan kemasan dengan lebih efektif dan memastikan kebersihannya. Mesin ini dilengkapi dengan kontroler ESP32 yang berfungsi untuk memonitoring

daya penggunaan produk dan mengaktifkan sistem penyinaran sinar radiasi UV. Selain itu, ESP32 juga memungkinkan integrasi dengan aplikasi pintar, yang membantu pengguna dalam memantau dan mengontrol proses sterilisasi secara *real-time*.

Teknologi ini menawarkan beberapa keuntungan utama. Pertama, penggunaan sinar UV memastikan tingkat kebersihan yang tinggi, membunuh mikroorganisme secara efektif tanpa meninggalkan residu kimia [6]. Kedua, integrasi dengan *IoT* memungkinkan pemantauan daya yang lebih baik dan kontrol yang lebih efisien, memberikan kemudahan bagi UMKM dalam mengoperasikan dan mengelola proses sterilisasi [7]–[9]. Ketiga, solusi ini berpotensi meningkatkan kualitas produk minuman kemasan kaca, sehingga dapat meningkatkan kepercayaan konsumen dan daya saing produk di pasaran.

Penelitian ini ditujukan untuk pelaku UMKM Produksi Makanan/Kuliner CV. SEJAHTERA SENTOSA Kota Malang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Dengan perancangan sterilisasi botol kemasan dengan digitalisasi produksi berbasis *IoT-App* ini diharapkan dapat menghemat waktu, menjaga kualitas botol, dan juga menghemat tenaga bagi pelaku UMKM. Dengan demikian, mesin sterilisasi botol kemasan menggunakan sinar UV berbasis *IoT* tidak hanya membantu dalam memastikan kebersihan kemasan, tetapi juga mendukung pertumbuhan dan keberlanjutan UMKM dalam industri minuman. Harapannya, teknologi ini dapat diadopsi secara luas dan memberikan manfaat signifikan bagi para pelaku usaha serta konsumen.

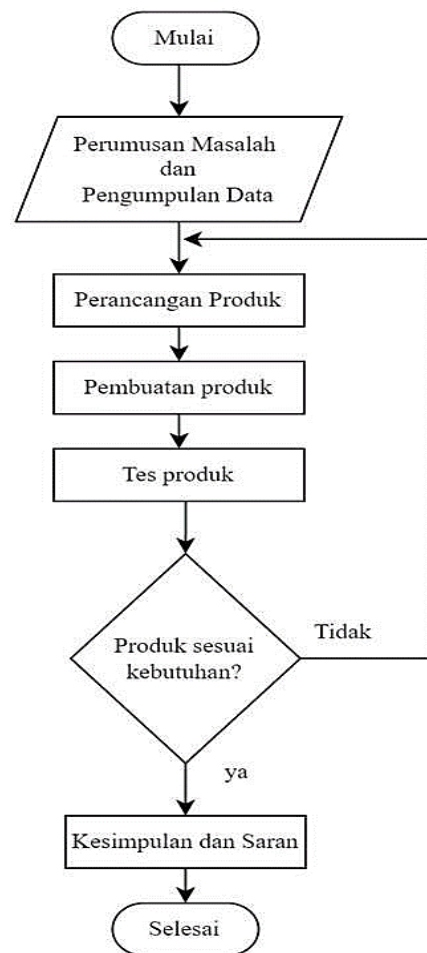
II. METODE

Metode dalam penelitian ini mengacu pada tahapan pembuatan Teknologi Tepat Guna (TTG) untuk mesin sterilisasi botol kemasan berbasis *IoT-App* yang bertujuan mendukung pengembangan UMKM di sektor makanan dan minuman. Tahapan-tahapan ini dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan alat yang sesuai kebutuhan mitra, yaitu CV. SEJAHTERA SENTOSA Kota Malang, Kabupaten Malang. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Perumusan Masalah dan Pengumpulan Data: Tahap awal ini mencakup analisis kebutuhan di lokasi mitra usaha melalui kunjungan langsung dan pengecekan,. Informasi yang dikumpulkan bertujuan untuk memahami permasalahan utama dalam proses sterilisasi botol dan kebutuhan spesifik dari pelaku usaha.
2. Perancangan Produk: Berdasarkan data yang telah diperoleh, dilakukan perancangan awal alat sterilisasi botol berbasis *IoT-App*. Tahapan ini mencakup pembuatan desain konsep dan spesifikasi teknis yang sesuai dengan hasil observasi dan kebutuhan mitra.
3. Pembuatan Produk: Setelah rancangan selesai, proses pembuatan alat dimulai dengan pengadaan komponen dan merakitnya sesuai dengan desain yang telah disetujui. Proses ini dilakukan secara bertahap untuk memastikan kesesuaian dan kelayakan produk sebelum uji coba.
4. Tes Produk: Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa alat, memastikan alat bekerja dengan optimal, dan memenuhi standar sterilisasi yang diharapkan. Uji coba ini dilakukan langsung di lokasi mitra.
5. Evaluasi Kesesuaian Produk: Hasil uji coba dibandingkan dengan kebutuhan mitra. Jika alat belum memenuhi

- kebutuhan, maka dilakukan modifikasi atau perbaikan. Jika alat sudah sesuai, proses berlanjut ke tahap berikutnya.
6. Kesimpulan dan Saran: Tahapan terakhir adalah menyusun laporan yang mencakup dokumentasi hasil pengujian, manfaat alat, dan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Laporan ini disusun sebagai acuan dan evaluasi akhir yang dapat digunakan oleh mitra untuk memaksimalkan pemanfaatan alat.

Berikut merupakan diagram alir perancangan Teknologi Tepat Guna (TTG) mesin sterilisasi botol untuk menyelesaikan masalah yang sedang dihadapi dan membantu mengembangkan mitra UMKM CV. SEJAHTERA SENTOSA Kota Malang, Kabupaten Malang.



Gambar 1. Flowchart perancangan TTG

Metode ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan standar UMKM, serta dapat dioperasikan secara mandiri oleh mitra untuk meningkatkan efisiensi produksi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

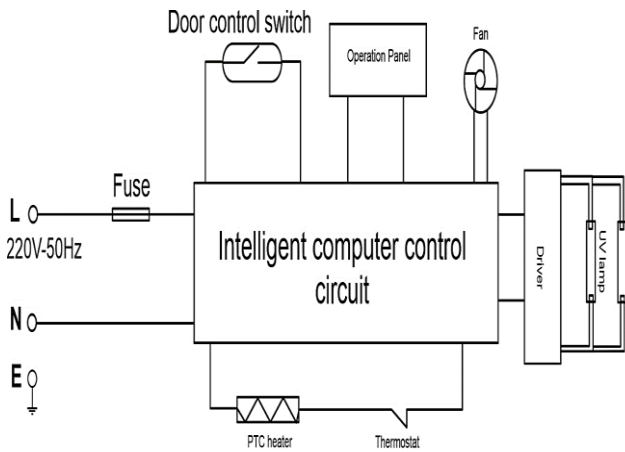
Berdasarkan hasil diskusi dan observasi di CV. SEJAHTERA SENTOSA yang telah dilakukan, diketahui bahwa mitra membutuhkan implementasi teknologi sterilisasi botol kemasan dengan digitalisasi produksi berbasis *IoT-App*. Data yang diperoleh akan digunakan untuk merencanakan perancangan dan pembuatan teknologi tepat guna (TTG).

A. Pembuatan TTG.

Ada beberapa tahapan dalam pembuatan teknologi sterilisasi botol kemasan dengan digitalisasi produksi berbasis *IoT-App*, diantaranya yaitu perancangan desain TTG, perancangan sistem *IoT* dan aplikasi, serta pembuatan TTG.

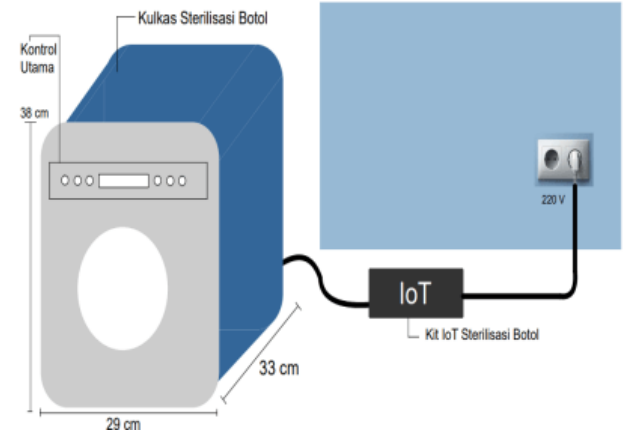
1. Perancangan Desain TTG

Produk didesain menggunakan *software Corel Draw 2021* untuk menghasilkan desain alat 3 dimensi dan juga *wiring* komponen yang memudahkan dalam proses pembuatan TTG sterilisasi botol kemasan [10]. Hasil perancangan produk sterilisasi botol kemasan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. *Wiring* komponen mesin sterilisasi

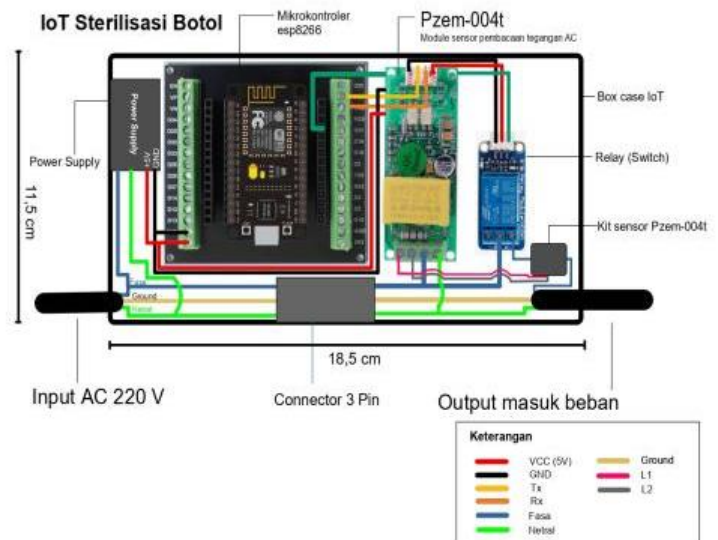
Mesin sterilisasi botol ini dirancang dengan memadukan dua jenis kontrol yang berbeda untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaannya. Kontrol utama pada mesin memungkinkan pengguna memilih berbagai mode operasional, seperti mode sterilisasi, pengeringan, otomatis, dan penyimpanan, sesuai kebutuhan. Selain itu, mesin ini dilengkapi dengan kontrol terintegrasi berbasis *IoT* yang dapat diakses melalui aplikasi *smartphone*. Aplikasi ini tidak hanya memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengoptimalkan penggunaan daya secara *real-time*, tetapi juga memberikan kendali jarak jauh untuk menghidupkan maupun mematikan mesin sterilisasi botol, menjadikannya solusi yang efisien dan praktis dalam penggunaan sehari-hari sebagai langkah mendukung operasional mitra yang memungkinkan dilakukan dimanapun dan kapanpun oleh mitra.



Gambar 3. Desain TTG sterilisasi botol

2. Perancangan Sistem *IoT* dan Aplikasi

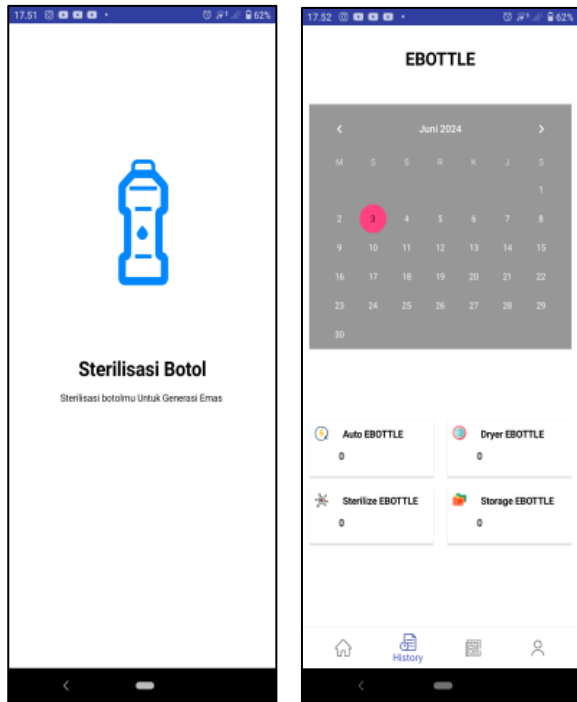
Sistem *IoT* pada mesin sterilisasi botol ini menggunakan mikrokontroler ESP8266 untuk mengirim data dari sensor ke *smartphone* pengguna [11]. Sensor yang digunakan adalah PZEM-004T, yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan faktor daya pada mesin sterilisasi botol [12]. Sistem *IoT* ini disuplai dengan tegangan 5V DC yang diubah dari tegangan 220V AC menggunakan adaptor. Selain itu, perangkat ini dilengkapi dengan relay untuk mengontrol daya mesin, memungkinkan pengguna untuk menyalakan atau mematikan mesin secara remote melalui aplikasi *smartphone* yang terhubung dengan sistem *IoT* [13]. Berikut merupakan gambar *wiring* diagram sistem *IoT* mesin sterilisasi botol.



Gambar 4. *Wiring* diagram *IoT* mesin sterilisasi botol

Perancangan aplikasi dimulai dengan menggunakan Figma untuk desain antarmuka pengguna (UI/UX). Setelah desain selesai, implementasi dilakukan dengan menggunakan Android Studio dan Kodular. Android Studio menyediakan alat dan fitur lengkap untuk pengembangan aplikasi Android, sementara Kodular memungkinkan pembuatan aplikasi tanpa memerlukan

keterampilan pemrograman yang mendalam. Kedua platform ini digunakan bersama untuk memastikan aplikasi fungsional dan sesuai dengan desain awal, sehingga memberikan pengalaman pengguna yang optimal. [14]. Aplikasi akan menampilkan data sensor yang diterima dari mikrokontroler secara *real-time*. Berikut merupakan desain aplikasi sterilisasi botol :



Gambar 5. Desain UI/UX aplikasi smart botol

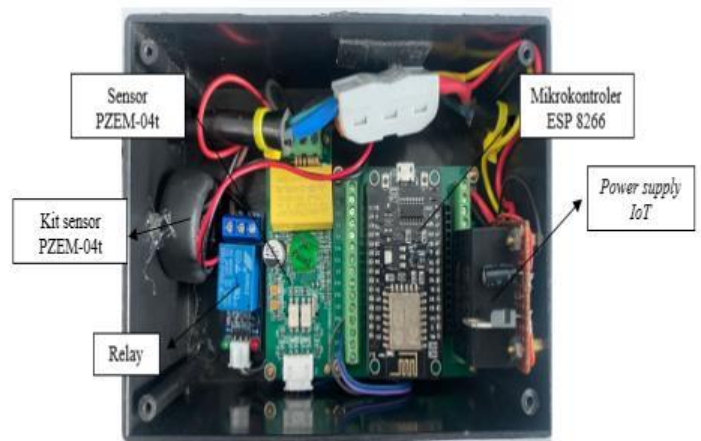
3. Pembuatan TTG

Setelah melakukan perancangan desain yang matang, langkah berikutnya adalah proses pembuatan mesin sterilisasi botol. Mesin ini memiliki dimensi dengan panjang 29 cm, lebar 32 cm dan lebar 38 cm dirancang untuk menampung hingga kapasitas maksimal 21 liter. Salah satu fitur adalah adanya sekat yang kokoh dan dapat dipasang dan dilepas pada ruang tengah mesin. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk mengatur ulang ruang pada mesin sterilisasi botol sesuai kebutuhan, sehingga meningkatkan efisiensi dalam penggunaan ruang. Sistem mikrokontroler *IoT* pada mesin ditempatkan di luar mesin untuk memudahkan pemantauan penggunaan daya listrik dalam setiap mode yang tersedia. Data ini dapat dipantau secara *real-time* melalui *smartphone*, memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengelola dan mengoptimalkan operasional mesin sterilisasi botol. Berikut merupakan gambar mesin sterilisasi produk.



Gambar 6. TTG sterilisasi botol

Kotak *IoT-Apps* ini memiliki dimensi panjang 18,5 cm dan lebar 11,5 cm. Cover kotak menggunakan bahan PVC untuk memastikan mikrokontroler dan sensor yang terpasang di dalamnya terlindungi dengan baik. Kotak ini dipasang pada kabel power mesin sterilisasi botol, dengan kemampuan memonitor daya yang digunakan oleh mesin. Informasi daya ini akan dikoneksikan dengan aplikasi *Smart Botol*, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian lebih lanjut. Berikut merupakan gambar dari alat *IoT-App*.



Gambar 7. Kotak Internet of Things

B. Pengujian TTG

Sebelum diserahkan pada mitra, TTG yang dibuat harus dipastikan dalam kondisi yang baik dan berfungsi secara normal agar dapat membantu mitra dalam mengoptimalkan produk yang dibuat. Mesin sterilisasi botol memiliki beberapa mode, mode tersebut antara lain :

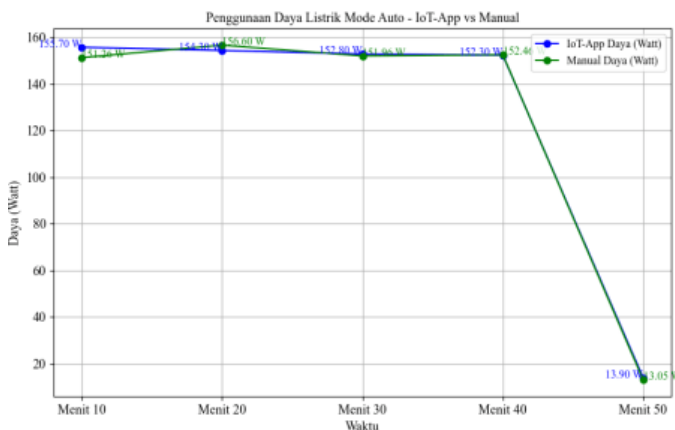
1. Mode *auto* : Melakukan pengeringan 35 menit/60 menit lalu secara otomatis dalam mode sterilisasi 10 menit.
2. Mode *drying* : Melakukan pengeringan dengan kurun waktu 30 menit/40 menit/50 menit maupun 60 menit.

3. Mode *sterilization* : Melakukan sterilisasi botol dengan menyalakan lampu UV selama 5 menit/10 menit maupun 15 menit dengan menyalakan kipas secara serentak.
4. Mode *storage* : Melakukan sterilisasi botol selama 1 menit setiap 2 jam.

Mesin sterilisasi botol ini dilengkapi dengan beberapa mode operasi yang dapat dipilih sesuai kebutuhan. Setiap mode memiliki profil penggunaan daya yang berbeda-beda. Informasi tentang konsumsi daya tersebut dikumpulkan oleh kotak *IoT-App* dan dikirimkan secara *real-time* ke aplikasi *Smart Botol*. Melalui aplikasi *Smart Botol*, pengguna dapat memantau dan mengelola penggunaan daya mesin sterilisasi secara efektif. Berikut data penggunaan daya pada setiap mode mesin sterilisasi botol:

Tabel 1. Pengukuran Penggunaan daya listrik mode auto

Waktu	IoT-App			Manual			Tingkat Akurasi (%)
	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (Watt)	
Menit 10	231,4	0,681	155,7	232	0,652	151,26	97,07
Menit 20	232,2	0,674	154,3	232	0,675	156,6	98,53
Menit 30	231,7	0,669	152,8	232	0,655	151,96	99,45
Menit 40	231,4	0,668	152,3	231	0,66	152,46	99,9
Menit 50	232,89	0,06	13,9	233	0,056	13,048	95,62



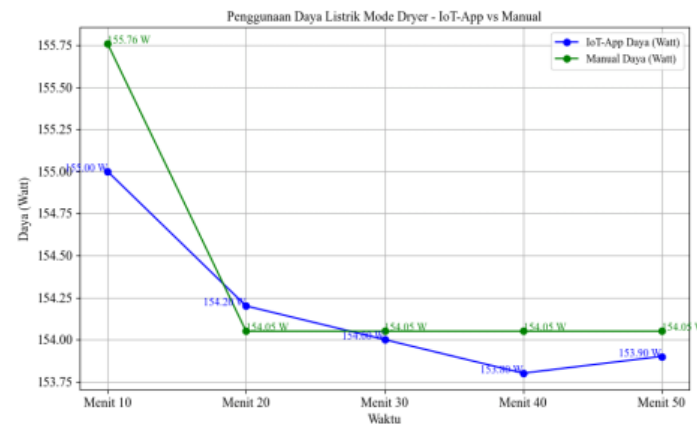
Gambar 8. Pengukuran Penggunaan daya listrik mode auto

Pada percobaan menggunakan mode auto, didapatkan hasil bahwa saat mesin dalam tahap pengeringan rata-rata membutuhkan daya berkisar antara 150 hingga 155 Watt selama proses pengeringan. Namun, daya ini mengalami penurunan drastis pada menit ke-50, yaitu saat mesin memasuki tahap sterilisasi, dengan kebutuhan daya hanya sebesar 13 Watt. Pada hasil pengukuran manual dan melalui *IoT-App* menunjukkan hasil akurasi pengukura rata-rata diatas 95 %.

Tabel 2. Pengukuran penggunaan daya listrik mode dryer

Waktu	IoT-App	Manual
Menit 10	155,70 W	151,26 W
Menit 20	154,30 W	156,60 W
Menit 30	152,80 W	151,96 W
Menit 40	152,30 W	152,46 W
Menit 50	13,90 W	13,05 W

	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tingkat Akurasi (%)
Menit 10	236,5	0,664	155	236	0,66	155,76	99,51
Menit 20	236,8	0,66	154,2	237	0,65	154,05	99,9
Menit 30	236,8	0,65	154	237	0,65	154,05	98,58
Menit 40	237	0,652	153,8	237	0,65	154,05	98,67
Menit 50	237	0,649	153,9	237	0,65	154,05	98,54

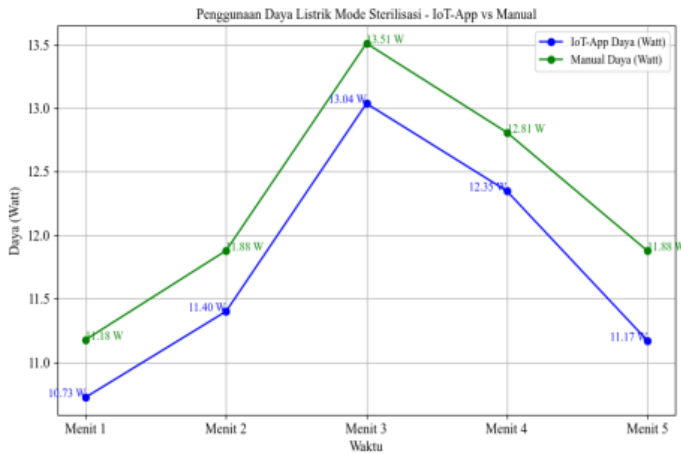


Gambar 9. Pengukuran penggunaan daya listrik mode dryer

Pada percobaan menggunakan mode *dryer*, mesin sterilisasi memerlukan daya berkisar antara 150 Watt hingga 155 Watt, dengan rincian *voltage* sebesar 236 hingga 237 V dan arus sebesar 0,6 A. Tingkat akurasi pengukuran yang diperoleh melalui aplikasi *IoT-App* dibandingkan dengan pengukuran manual mencapai lebih dari 98%. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi *IoT-App* dapat diandalkan untuk memantau dan mengukur kinerja mesin sterilisasi dengan akurasi yang sangat tinggi, hampir setara dengan metode pengukuran manual.

Tabel 3. Pengukuran penggunaan daya mode sterilization

Waktu	IoT-App			Manual			Tingkat Akurasi (%)
	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (Watt)	
Menit 1	233,2	0,046	10,7272	233	0,048	11,18	95,91
Menit 2	232,7	0,049	11,4023	233	0,051	11,88	95,95
Menit 3	232,8	0,056	13,0368	233	0,058	13,51	96,46
Menit 4	233	0,053	12,349	233	0,055	12,81	96,36
Menit 5	232,8	0,048	11,1744	233	0,051	11,88	95,07

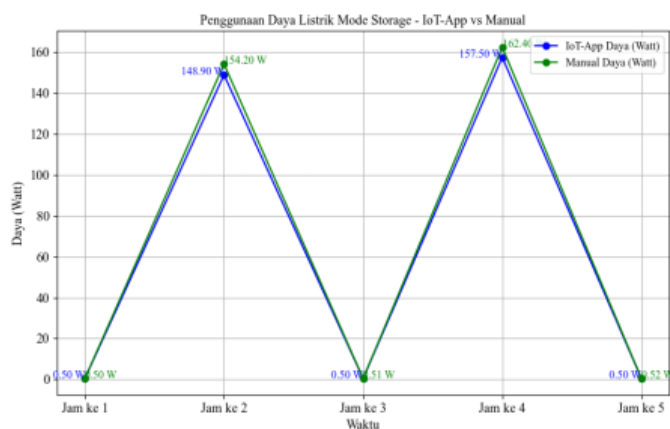


Gambar 10. Pengukuran penggunaan daya mode sterilization

Pada percobaan menggunakan mode sterilisasi, mesin memerlukan daya rata-rata yang berkisar antara 11 hingga 13 Watt. Rincian pengukuran menunjukkan tegangan sebesar 233 volt dan arus sebesar 0,05 A. Tingkat akurasi pengukuran yang dilakukan mencapai lebih dari 95%. Hal ini menunjukkan bahwa mesin sterilisasi tidak hanya efisien dalam konsumsi daya, tetapi juga bahwa metode pengukuran yang digunakan sangat andal.

Tabel 4. Pengukuran penggunaan daya listrik mode storage

Waktu	IoT-App			Manual			Tingkat Akurasi (%)
	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (Watt)	
Jam ke 1	232,89	0	0,5	233	0,00217	0,5	98,89
Jam ke 2	231,7	0,64	148,9	232	0,665	154,2	96,57
Jam ke 3	233,3	0	0,5	237	0,0021	0,51	96,78
Jam ke 4	231,4	0,681	157,5	232	0,7	162,4	97,03
Jam ke 5	233,1	0	0,5	237	0,0021	0,52	96,33



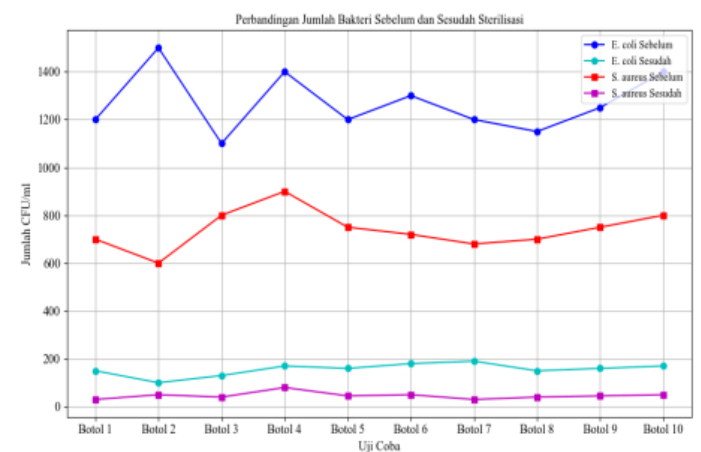
Gambar 11. Pengukuran penggunaan daya listrik mode storage

Dalam percobaan menggunakan mode penyimpanan, mesin dalam kondisi siaga membutuhkan daya sebesar 0,5 Watt untuk

menjaga mikrokontrol tetap aktif. Setiap 2 jam, mesin melakukan sterilisasi selama 1 menit dengan daya yang berkisar antara 155 hingga 165 Watt. Tingkat akurasi pengukuran mencapai lebih dari 96%.

Tabel 5. Hasil uji coba TTG sterilisasi botol

No	Uji Coba	<i>E. coli</i> (CFU/ml) Sebelum	<i>E. coli</i> (CFU/ml) Sesudah	<i>S. aureus</i> (CFU/ml) Sebelum	<i>S. aureus</i> (CFU/ml) Sesudah
1	Botol 1	1,200	150	700	30
2	Botol 2	1,500	100	600	50
3	Botol 3	1,100	130	800	40
4	Botol 4	1,400	170	900	80
5	Botol 5	1,200	160	750	45
6	Botol 6	1,300	180	720	50
7	Botol 7	1,200	190	680	30
8	Botol 8	1,150	150	700	40
9	Botol 9	1,250	160	750	45
10	Botol 10	1,400	170	800	50

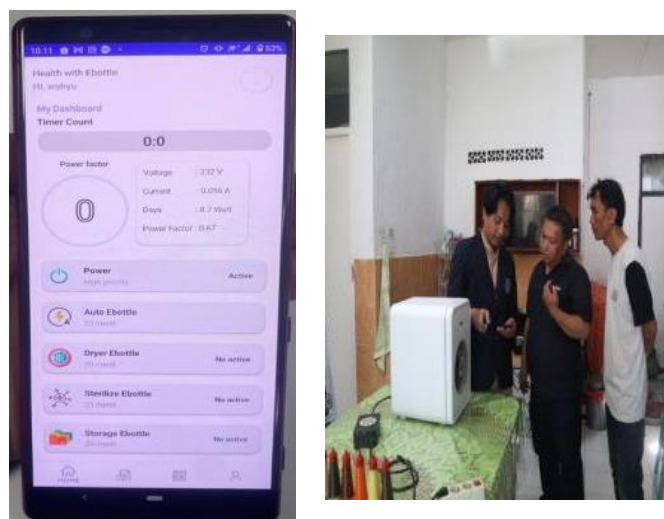


Gambar 12. Hasil uji coba TTG sterilisasi botol

Tabel di atas menunjukkan efektivitas mode sterilisasi pada botol 350 ml dalam mengurangi koloni *E. coli* dan *S. aureus*. Sebelum sterilisasi, jumlah *E. coli* berkisar antara 1,100 hingga 1,600 CFU/ml, yang berkurang signifikan menjadi 100-190 CFU/ml setelah sterilisasi. Begitu pula untuk *S. aureus*, yang awalnya 680-900 CFU/ml, turun menjadi 30-80 CFU/ml. Data ini menegaskan bahwa metode sterilisasi yang digunakan efektif dalam menurunkan jumlah bakteri hingga sekitar 85-95%.

C. Uji Coba Bersama Mitra

Uji coba bersama mitra dilakukan untuk memastikan bahwa mesin sterilisasi memenuhi kebutuhan praktis dan operasional UMKM serta berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Melalui uji coba ini, mitra dapat secara langsung mengevaluasi efektivitas alat dalam menjaga kualitas produk sekaligus mendapatkan pelatihan penggunaan agar dapat memaksimalkan manfaat dari teknologi yang diterapkan.



Gambar 13. Uji coba bersama mitra

Cara kerja alat sterilisasi yang dikembangkan untuk UMKM ini melibatkan beberapa tahapan penting, mulai dari persiapan hingga proses sterilisasi selesai. Berikut adalah tahapannya:

1. Persiapan Bahan dan Alat

Produk atau bahan yang akan disterilkan ditempatkan dalam wadah khusus di dalam mesin sterilisasi. Pengguna memastikan wadah tersebut bersih dan tertutup dengan rapat agar tidak ada kontaminasi udara dari luar.

2. Pengaturan Mode Sterilisasi

Pengguna memilih mode sterilisasi yang sesuai, seperti mode UV atau *dryer*, pada panel kontrol yang terhubung ke sistem *monitoring* berbasis *IoT-App*. Aplikasi ini memantau penggunaan daya dan status proses *secara real-time*.

3. Aktivasi Teknologi UV dan *Monitoring IoT*

Mesin memulai proses dengan menyalakan lampu UV yang efektif dalam membunuh bakteri seperti *E. coli* dan *S. aureus*. Sementara itu, sistem *IoT* mengumpulkan data dan memberikan umpan balik langsung tentang daya listrik terpakai, yang dapat dipantau pengguna melalui aplikasi.

4. Proses Pengeringan (Opsional)

Setelah sterilisasi, mesin dapat beralih ke mode *dryer* untuk mengeringkan produk agar lebih steril dan siap digunakan atau disimpan. Mode ini juga terpantau oleh aplikasi dengan tingkat akurasi penggunaan daya lebih dari 98%.

5. Pemberitahuan Selesai dan Pemeriksaan

Setelah proses selesai, aplikasi akan memberikan pemberitahuan kepada pengguna. Produk kemudian dapat dikeluarkan dari mesin dan diperiksa kembali untuk memastikan sterilitas dan kualitas sesuai standar.

IV. KESIMPULAN

Pembuatan mesin sterilisasi ini melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, dan pengujian yang memastikan fungsionalitas sesuai kebutuhan mitra. Uji coba menunjukkan bahwa mode sterilisasi efektif dalam mengurangi koloni *E. coli* dan *S. aureus*, dengan tingkat penurunan bakteri sebesar 85-95%. Sistem *monitoring* daya berbasis *IoT-App* memiliki akurasi tinggi, lebih dari 95% pada mode sterilisasi dan lebih

dari 98% pada mode *dryer*, membuktikan keandalan sistem dalam pengelolaan penggunaan daya. Teknologi ini membantu UMKM dalam efisiensi waktu dan tenaga, menjaga kualitas produk, meningkatkan kepercayaan konsumen, serta meningkatkan daya saing produk di pasar. Penerapan teknologi UV dan *IoT* pada mesin sterilisasi ini mendukung pertumbuhan dan keberlanjutan UMKM di tengah persaingan pasar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pengabdian ini didanai Internal UM 2024 sebesar Rp. 18.000.000,- (Delapan belas juta rupiah) dengan nomor kontrak 4.4.1271/UN32.14.1/PM/2024. Pendanaan yang telah diberikan sangat membantu dalam melaksanakan pengabdian sehingga terlaksana dengan sukses dan lancar.

REFERENSI

- [1] S. Ummah and N. Lisdiana, "Pengembangan UMKM Jamu Tradisional di Desa Sumberagung Kecamatan Klego Kabupaten Boyolali," *SENYUM Boyolali*, vol. 2, no. 2, pp. 68–71, 2021.
- [2] Y. Yusuf, W. Sukmawati, and H. B. Riyanti, "Ecobrick as a smart solution for utilizing plastic and cloth waste in Jakarta," *J. Community Serv. Empower.*, vol. 1, no. 3, pp. 114–120, 2020, doi: 10.22219/jcse.v1i3.12250.
- [3] A. G. Gajjar, A. I. Patel, and R. G. Singh, "Design and development of bottle washer machine for small scale beverage industry," *Conf. Proceeding - 2015 Int. Conf. Adv. Comput. Eng. Appl. ICACEA 2015*, no. 1, pp. 325–331, 2015, doi: 10.1109/ICACEA.2015.7164724.
- [4] M. Kciuk, B. Marciniak, M. Mojzycz, and R. Kontek, "Focus on uv-induced dna damage and repair—disease relevance and protective strategies," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 21, no. 19, pp. 1–33, 2020, doi: 10.3390/ijms21197264.
- [5] M. Tavasoli, E. Lee, Y. Mousavi, H. B. Pasandi, and A. Fekih, "WIPE: A Novel Web-Based Intelligent Packaging Evaluation via Machine Learning and Association Mining," *IEEE Access*, vol. 12, no. April, pp. 45936–45947, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3376478.
- [6] I. N. Islam and A. Pangestu, "Perancangan Alat Pengerian Dan Pensteril Pakaian Menggunakan Bimetal Dan Sinar Ultraviolet Berbasis Iot," *Pros. Semin. Nas. Penelit. Dan Pengabd. 2021*, pp. 978–623, 2021.
- [7] A. Zuchriadi, Ferdianto, and J. Julian, "Sistem Kendali Daya Listrik Berbasis PZEM-004T dan Blynk," *J. Heal. Sains*, vol. 1, no. 8, pp. 1023–1028, 2020, doi: 10.46799/jsa.v1i8.146.
- [8] H. Asyari *et al.*, "Sistem Monitoring Energi Listrik dan Hidroponik Berbasis IoT dengan Transmisi Lora," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 9, no. 1, pp. 482–485, 2024.
- [9] F. Akbari, M. W. Kasrani, and D. P. Setianingsih, "Pengukuran dan Monitoring Kualitas Air Baku Olahan di WTP Berbasis IoT," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 8, no. 2, pp. 404–411, 2024, doi: 10.36277/jteuniba.v8i2.267.
- [10] A. P. H. S. Al-tuama, "Using Corel Draw in Modern Mapping (Application in Geographical Health Mapping)," *Iraqi J. Sci.*, vol. 53, no. 4, pp. 1207–1213, 2012.
- [11] J. Saintikom *et al.*, "Rancang Bangun Prototipe Smarthome Dengan Kendali Android Menggunakan Mikrokontroler ESP8266," vol. 22, pp. 538–545, 2023.
- [12] S. George and G. B., "IoT Based Smart Energy Management System using Pzem-004t Sensor & Node MCU," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 9, no. 7, pp. 45–48, 2021, [Online]. Available: <https://www.amazon.in/Easy-Electronics-16x2->
- [13] Y. Tjandi and S. Kasim, "Electric Control Equipment Based on Arduino Relay," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1244, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1244/1/012028.
- [14] R. Yanti, F. Annas, Y. E. Yuspita, and ..., "Implementasi Kodular dalam Perancangan Aplikasi Manajemen Inventaris Sekolah Berbasis Android," ... *J. Learn. ...*, vol. 02, no. 02, pp. 185–200, 2023, [Online]. Available: <https://journal.makwafoundation.org/index.php/intellect/article/view/294%0Ahttps://journal.makwafoundation.org/index.php/intellect/article/download/294/105>