

Tongkat Pintar Pembersih Sarang Laba-Laba: *Smart Cobweb Cleaner (SCONER)*

Muhammad Irfan Kadaryanto¹, Dhimaz Wijayanto², Dwi Ana Ratna Wati^{*3}, Yusuf Aziz Amrulloh⁴

^{1,2,3,4}*Teknik Elektro, Universitas Islam Indoensia
Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta Indoensia*

¹ 20524201@students.uui.ac.id

² 20524081@students.uui.ac.id

^{*3} dwi_ana@uui.ac.id

⁴ yusuf.amrulloh@uui.ac.id

Dikirim pada 14-11-2024, Direvisi pada 28-11-2024, Diterima pada 04-12-2024

Abstrak

Sarang laba-laba umumnya berada di area yang sulit dijangkau, seperti di langit-langit rumah yang tinggi dan sudut bangunan. Keberadaan sarang laba-laba dapat mengganggu dan mengotori rumah, gedung maupun gudang penyimpanan barang-barang. Oleh karena itu perlu dilakukan pembersihan sarang laba-laba secara rutin. Faktanya, pembersihan sarang laba-laba tersebut tidak mudah dan berisiko bagi kesehatan seperti masuknya debu ke mata maupun resiko keselamatan seperti terjatuh saat melakukan pembersihan. Penelitian ini mengembangkan inovasi alat pembersih sarang laba-laba yang diberi nama SCONER atau Smart Cobweb Cleaner. Alat ini dirancang untuk membantu pengguna saat membersihkan sarang laba-laba dengan lebih mudah dan efektif. SCONER berupa alat pembersih vacuum yang dilengkapi tongkat yang dapat diatur panjangnya hingga 3 meter, dan kamera terhubung ke aplikasi untuk memantau kondisi langit-langit atau sudut bangunan tanpa perlu melihat langsung. Aplikasi tersebut juga difungsikan untuk memonitor status baterai kamera dan baterai. SCONER dilengkapi dengan baterai berkapasitas 3000 mAh dan baterai kamera berkapasitas 6000 mAh. Berat SCONER sekitar 1,3 kg. Berdasarkan hasil pengujian kinerja, fungsi *monitoring* kapasitas baterai memiliki akurasi sebesar 97,49% sedangkan fungsi *monitoring* dengan kamera memiliki delay 0,2 detik. Fungsi *charging* juga bekerja dengan baik. Hasil pengujian kinerja pembersihan sarang laba-laba menunjukkan bahwa SCONER dapat membersihkan sarang laba-laba dengan hasil yang baik.

Kata Kunci: alat pembersih, ESP8266, ESP32-CAM, *monitoring* baterai, sarang laba-laba

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).



Penulis Koresponden:

Dwi Ana Ratna Wati

Teknik Elektro, Universitas Islam Indoensia, Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta Indoensia. Email: dwi_ana@uui.ac.id

I. PENDAHULUAN

Sarang laba-laba merupakan fenomena alam yang menarik karena keindahannya, namun sering kali mengganggu ketika menempel di rumah atau bangunan. Sarang-sarang ini terutama ditemukan di sudut-sudut dinding, sela-sela jendela, dinding kamar, dan bahkan langit-langit rumah. Banyak orang merasa tidak nyaman dan ingin segera membersihkan sarang laba-laba karena dapat mengganggu estetika dan kesehatan. Dampak sarang laba-laba yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan penumpukan debu, menimbulkan masalah kebersihan dan kesehatan serta tidak memenuhi standar *Good Manufacturing Practices (GMP)* [1]. Debu dan kotoran yang menumpuk di sarang laba-laba bisa menjadi sumber penyakit seperti Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), terutama berisiko pada anak-anak [2]. Selain itu, sarang laba-laba yang menempel pada panel surya juga dapat mengganggu kinerja panel surya karena menurunkan output energi yang dihasilkan, seperti tegangan, arus, daya, dan suhu. Kotoran dari sarang laba-laba dapat menumpuk

dan membentuk lapisan debu sehingga menghalangi panel surya menyerap energi matahari secara efektif [3].

Membersihkan sarang laba-laba merupakan pekerjaan yang tidak mudah karena lokasi yang sulit dijangkau, seperti tempat tinggi atau celah sempit di rumah atau bangunan. Berbagai kendala dan masalah dapat muncul saat proses membersihkan sarang laba-laba tersebut, seperti debu bisa jatuh ke lantai, mengotori pakaian, atau bahkan masuk ke mata. Alat-alat konvensional yang digunakan seperti sapu, kemoceng, dan raket sering kali memiliki kelemahan seperti berat, rentan patah, atau kurang praktis untuk digunakan di tempat yang tinggi. Akibatnya pengguna cepat lelah dan dapat mengalami nyeri pada otot leher karena harus melihat ke arah posisi sarang laba-laba secara terus menerus.

Untuk mengatasi kendala pada proses pembersihan sarang laba-laba tersebut, penelitian [4] membuat alat pembersih sarang laba-laba menggunakan kombinasi *drone* dan *vacuum cleaner*, sehingga mampu menjangkau tempat-tempat tinggi seperti langit-langit rumah, tidak menguras tenaga, dan efisiensi dalam penggunaannya. Namun, alat ini juga memiliki kekurangan, yaitu tidak semua orang dapat mengoperasikan *drone* dan tidak dapat menjangkau celah-celah sempit. Selain itu, penggunaan *drone* dalam lingkungan tertutup mungkin menghadapi tantangan terkait manuver dan kontrol yang tepat, yang dapat membatasi efektivitas alat ini dalam kondisi tertentu. Untuk memudahkan mobilitas dalam proses pembersihan, penelitian [5] merancang alat pembersih *vacuum portable* dengan menggunakan baterai. Untuk menjangkau tempat yang tinggi, penelitian [6] membuat alat pemanen buah dengan menggunakan galah yang dapat diatur ketinggiannya dan dilengkapi dengan jaring penangkap. Penelitian [7] membuat tongkat pemasangan lampu yang dilengkapi dengan penjepit untuk *body* bohlam pada bagian ujung tongkat. Alat ini dapat diatur panjang dan pendeknya tongkat sesuai kebutuhan pengguna, yang memungkinkan penyesuaian yang tepat untuk berbagai ketinggian langit-langit tempat lampu akan dipasang. Fleksibilitas ini sangat memudahkan pemasangan lampu di lokasi yang sulit dijangkau tanpa perlu menggunakan tangga tambahan.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) mendorong munculnya berbagai inovasi peralatan berbasis IoT, termasuk peralatan pembersih seperti robot *vacuum* dan mesin cuci. Peralatan tersebut menggunakan kontroler yang mendukung interkoneksi alat dengan jaringan internet. ESP32-CAM dan ESP8266 merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan dalam aplikasi IoT karena harganya yang terjangkau, efisiensi daya, dan dukungan komunitas yang luas. ESP32-CAM, dengan modul kamera terintegrasi, sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan pengambilan gambar secara real-time, seperti sistem keamanan [8], pengawasan [9], dan rumah pintar [10]. Dalam sistem pengawasan, ESP32-CAM memungkinkan streaming video secara real-time dan deteksi gerakan, sehingga menjadi solusi hemat biaya untuk keamanan rumah. Di bidang pertanian, ESP32-CAM digunakan untuk memantau kesehatan tanaman melalui analisis gambar, membantu petani dalam mengambil keputusan berbasis data [11].

Sementara itu, ESP8266 dikenal sebagai modul yang andal untuk komunikasi Wi-Fi dalam sistem IoT. Mikrokontroler ini banyak digunakan dalam otomasi rumah [12-14], seperti menghubungkan sensor dan aktuator untuk mengendalikan pencahayaan, peralatan rumah tangga, dan sistem iklim secara jarak jauh. Dalam aplikasi pemantauan lingkungan [15-16], ESP8266 memungkinkan pengumpulan data suhu, kelembapan, dan kualitas udara yang dapat diunggah ke *platform cloud* untuk analisis lebih lanjut. Selain itu, ESP8266 juga berperan dalam manajemen energi, terutama dalam memantau konsumsi daya [17] dan mengotomatisasi pengelolaan energi [18,19].

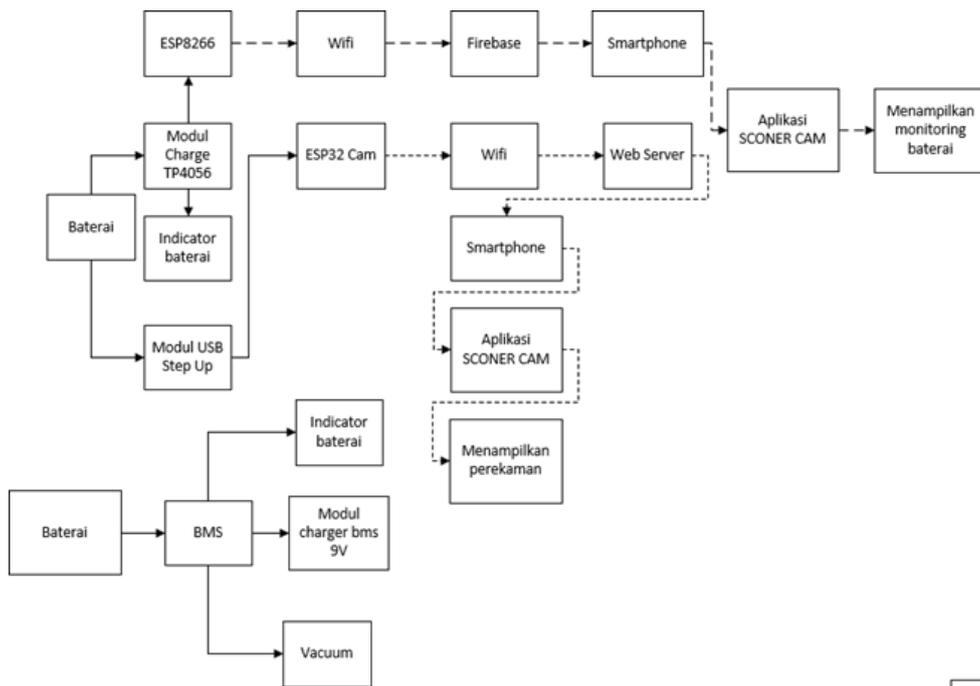
Untuk mengatasi berbagai masalah dan kendala yang ditemui pada proses pembersihan sarang laba-laba serta memudahkan pengguna, penelitian ini mendesain alat inovatif pembersih sarang laba-laba berupa tongkat pintar yang dapat diatur panjangnya dan dirancang khusus untuk menjangkau area tinggi dan sempit. Alat ini dilengkapi dengan penadah kotoran, serta fitur teknologi *vacuum* sebagai penyedot sarang laba-laba dan kamera untuk meningkatkan kenyamanan pengguna dalam melihat lokasi sarang laba-laba. Alat ini dilengkapi dengan fitur IoT untuk memudahkan pengguna memantau kondisi baterai dan tampilan kamera pada layar *handphone*. Penggunaan alat ini dapat memberikan pengalaman pengguna yang lebih menyenangkan dalam membersihkan sarang laba-laba dan hasil pembersihan yang lebih optimal.

II. METODE PENELITIAN

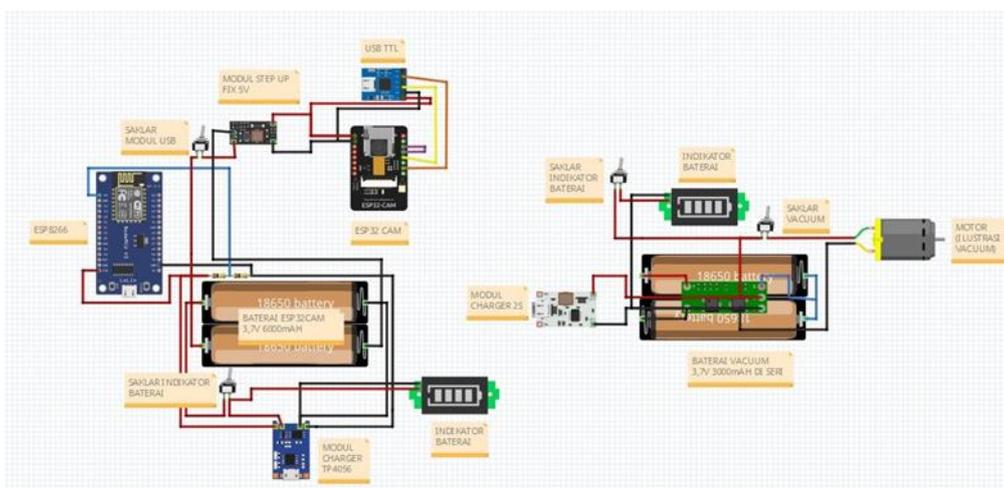
Pada penelitian ini dirancang sistem SCNER (*Smart Cobweb Cleaner*) sebagai alat pembersih sarang laba-laba. Sistem terdiri atas tongkat teleskopik yang dapat diatur panjangnya, kamera untuk mengetahui posisi sarang laba-laba yang ingin dibersihkan, *smartphone* untuk menampilkan gambar posisi sarang laba-laba ke pengguna alat, dan *vacuum* untuk menyedot atau membersihkan sarang laba-laba. Pada tongkat ini dilengkapi dengan 2 catu daya yaitu pada bagian pertama terletak di kamera dan bagian kedua terletak di *vacuum*. Ujung tongkat bagian atas dilengkapi dengan *nozzle* yang dapat diganti yaitu dilepas pasang

menyesuaikan dengan kebutuhan. Kamera terhubung secara *wireless* ke *smartphone* sebagai penampil gambar. Baterai pada kamera dan *vacuum* dapat di-*recharge* secara terpisah.

Diagram blok sistem SCONER ditunjukkan oleh Gambar 1, sedangkan Gambar 2 menyajikan *wiring* diagramnya. Desain alat pembersih sarang laba-laba ini dilengkapi dengan kamera dan tongkat teleskopik yang dapat diatur kepanjangannya. Penampilan gambar menggunakan *smartphone* dengan aplikasi yang dibuat melalui website MIT App Inventor dan diberi nama SCONERCAM. Secara umum cara kerja sistem yaitu ketika ESP32-CAM dan ESP8266 dinyalakan, maka akan melakukan koneksi ke WiFi, pada ESP8266 akan membaca tegangan baterai yang telah didapatkan dari pembacaan analog modul TP4056 sedangkan pada ESP32-CAM melakukan perekaman kondisi sekitar, kemudian keadaan/kondisi yang terbaca oleh kamera akan diteruskan ke web server ESP32, lalu pada *smartphone* buka aplikasi SCONERCAM dan masukkan *IP Address* yang telah tertampil pada interface setelah IP terkoneksi maka akan tertampil hasil perekaman yang dilakukan oleh ESP32-CAM.



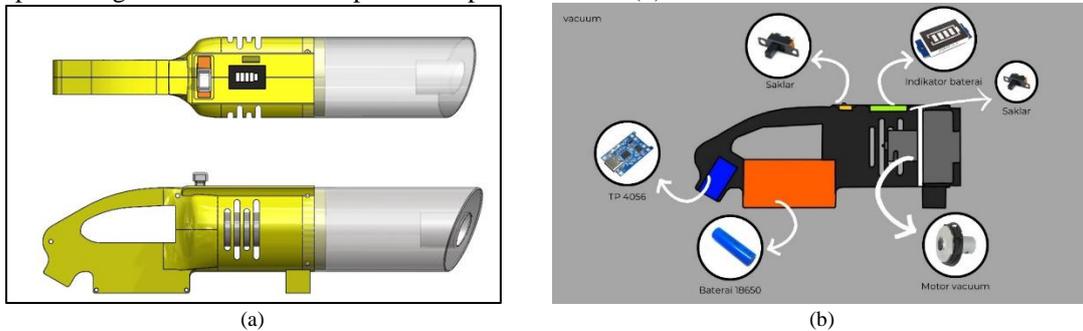
Gambar 1. Diagram blok sistem SCONER (*Smart Cobweb Cleaner*)



Gambar 2. Wiring diagram *vacuum* dan kamera pada sistem SCONER (*Smart Cobweb Cleaner*)

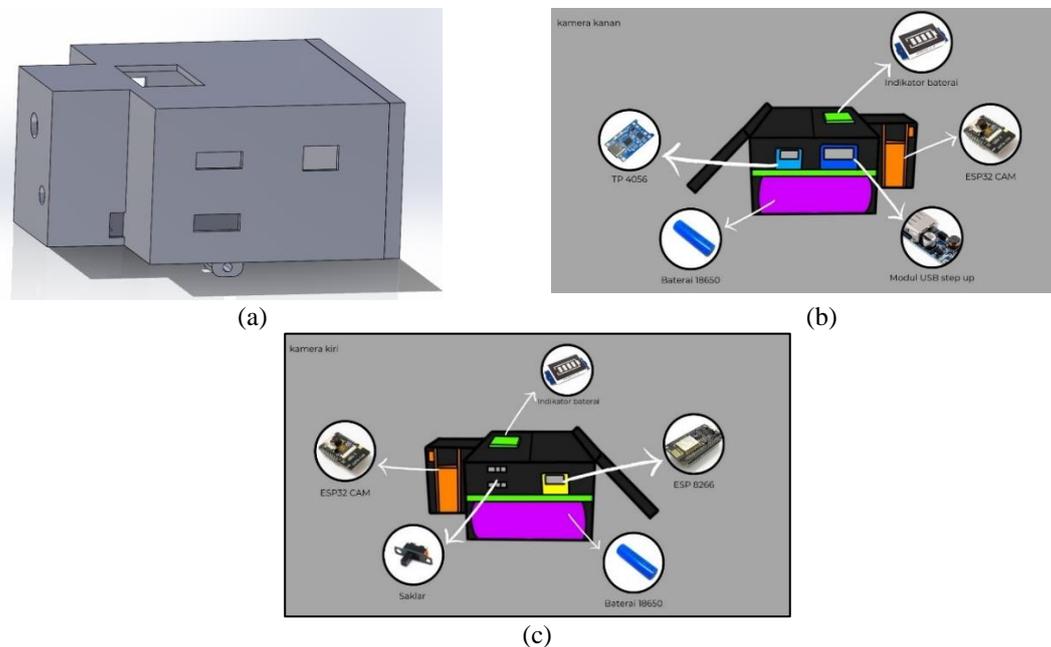
Gambar 3 merupakan gambar desain 3D dari *vacuum* dengan ukuran 43x7x8,8 cm. Bagian dalam *vacuum* terdapat beberapa komponen yaitu saklar geser besar 1 digunakan untuk menyalakan *vacuum*,

saklar mikro 1 digunakan untuk menghidupkan indikator baterai agar saat diisi ulang indikator dapat menyala dan ketika tidak digunakan indikator dapat dimatikan. Indikator baterai digunakan untuk tegangan baterai *vacuum*. Motor *vacuum* digunakan sebagai komponen utama pada *vacuum* guna melakukan penghisapan kotoran maupun sarang laba-laba. Baterai 18650 2 buah dirangkai seri sehingga memiliki spesifikasi 7,4V 3000mAh digunakan sebagai sumber daya untuk *vacuum*. BMS 2S 1 buah digunakan untuk proteksi baterai pada *vacuum* sebagai upaya meminimalisir kerusakan pada baterai. Modul *charging* BMS 2S type C 1 buah digunakan untuk melakukan *charging* pada baterai yang dirangkai 2 seri. Desain ilustrasi komponen bagian dalam *vacuum* dapat dilihat pada Gambar 3(b).



Gambar 3. Desain *vacuum* pada sistem SCONER (a) tampak luar, (b) tampak dalam

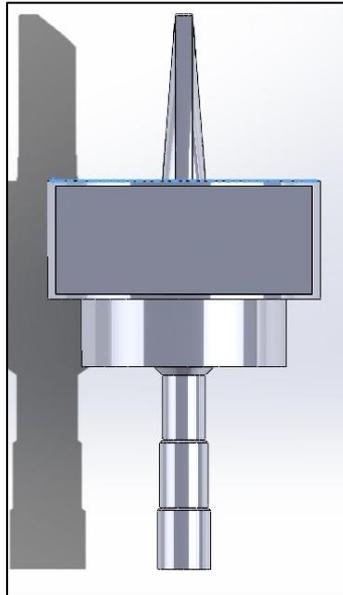
Gambar 4 merupakan gambar desain 3D kotak kamera dengan ukuran 9,75 cm x 10,63 cm x 5 cm. Pada bagian dalam kotak kamera terdapat beberapa komponen yaitu saklar mikro 2 buah digunakan untuk menyalakan kamera dan ESP8266. Indikator baterai digunakan untuk mengetahui status tegangan baterai pada kamera. ESP32-CAM digunakan sebagai kamera yang melakukan perekaman kondisi di sekitar. Baterai 18650 2 buah dirangkai paralel sehingga memiliki spesifikasi 3,7V 6000mAh digunakan sebagai sumber daya untuk kamera dan juga ESP8266. TP4056 1 buah digunakan untuk melakukan pembacaan analog dari baterai dan juga sebagai modul *charging* yang sudah termasuk BMS 1S untuk proteksi baterai 1 seri. Modul USB *step up* digunakan untuk menghubungkan kamera menggunakan kabel data. Desain ilustrasi komponen bagian dalam kamera dapat dilihat pada Gambar 4 (b) dan (c).



Gambar 4. Desain kotak kamera pada sistem SCONER (a) tampak luar, (b) tampak dalam bagian kanan, (c) tampak dalam bagian kiri

Gambar 5 merupakan gambar desain 3D *nozzle* atas, samping dan depan. Ukuran dari *nozzle* yaitu 15 cm x 16 cm x 33 cm dan untuk diameternya diperkecil menjadi 15,5 cm tetapi bagian atas *nozzle* masih bisa ditinggikan menjadi 58 cm dengan penambahan slop *nozzle* dengan ukuran panjang 35,5 cm. Bagian

nozzle yang berbentuk persegi panjang digunakan untuk dudukan dari kamera. Pada bagian ini terdapat wadah berbentuk silinder untuk penampung kotoran yang kemungkinan jatuh saat proses pembersihan.



Gambar 5. Desain *nozzle* pada sistem SCONER

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan alat SCONER dapat dilihat pada Gambar 6 terdiri dari *vacuum* (a), kamera dan *nozzle* (b), serta hasil keseluruhannya alat (c) yang telah dilengkapi dengan tongkat teleskopik yang dapat diatur panjangnya. SCONER dilengkapi dengan tongkat yang dapat diatur panjangnya hingga 3 meter, dilengkapi kamera terhubung ke aplikasi untuk memantau kondisi langit-langit atau sudut bangunan tanpa perlu melihat langsung ke atas, serta aplikasi untuk memonitor status baterai kamera. Kapasitas baterai *vacuum* sebesar 3000 mAh sedangkan kapasitas baterai kamera sebesar 6000 mAh. Total berat alat sekitar 1,3 kg. Komponen elektronik yang dirangkai pada alat SCONER dapat dilihat pada Gambar 7 berupa rangkaian elektronik pada modul kamera (a) dan rangkaian pada modul *vacuum* (b).



(a)

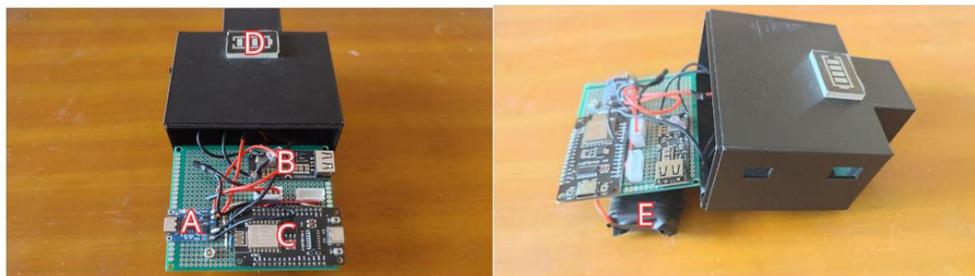


(b)

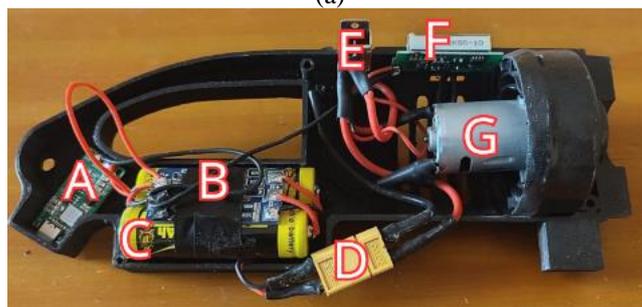


(c)

Gambar 6. Hasil perancangan SCONER (a) *Vacuum*, (b) Kamera dan *nozzle*, (c) Alat keseluruhan



(a)

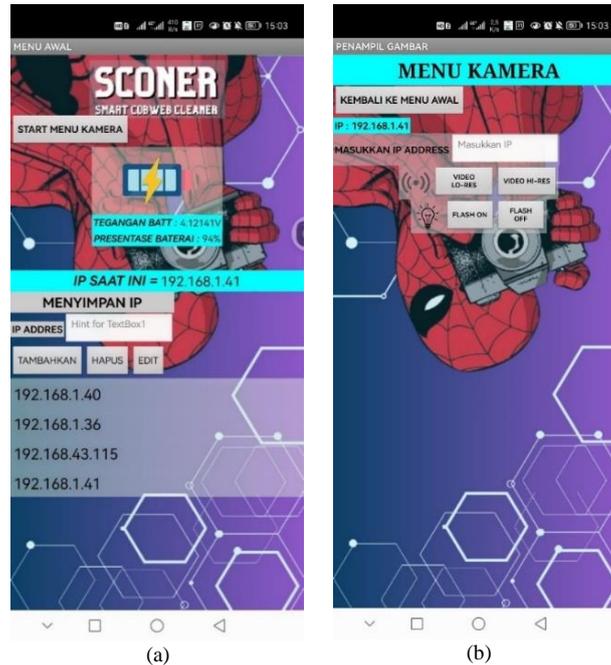


(b)

Gambar 7. Realisasi rangkaian pada sistem SCONER (a) rangkaian kamera, (b) rangkaian *vacuum*

Gambar 8 menyajikan tampilan menu awal aplikasi SCONER. Pada menu awal ini pengguna dapat mengetahui kapasitas baterai pada kamera, pada menu awal ini juga menampilkan alamat IP yang nantinya digunakan untuk mengkoneksikan kamera, pengguna juga dapat menyimpan, mengedit, menghapus alamat IP yang pernah dikoneksikan ke kamera (ESP32-CAM). Gambar 8 (b) menyajikan tampilan menu kamera. Pada menu ini user dapat memasukkan alamat IP yang telah tertera, lalu *user* dapat mengaktifkan dan menonaktifkan kamera melalui tombol ON dan OFF yang tertera di menu. Pada menu juga tertera tombol video dan lampu *flash*, dimana nantinya pengguna dapat memilih mengaktifkan *flash* untuk membantu

membersihkan sarang laba-laba yang minim cahaya dan juga dapat mengaktifkan video kamera agar dapat memudahkan pengguna dalam mencari sarang laba-laba tanpa harus menengok ke atas terus menerus.



Gambar 8. Tampilan aplikasi pada sistem SCONER (a) menu awal, (b) menu kamera

A. Analisis Monitoring Baterai Kamera

Pengujian pertama terkait *monitoring* baterai kamera, dimana keakuratan dari kapasitas baterai pada kamera (ESP32-CAM) yang dimonitor menggunakan modul TP4056 menjadi poin utama dari pengujian ini. Parameter yang dimonitor yaitu tegangan baterai yang dikonversi dalam bentuk persentase. Hasil dari *monitoring* baterai ditampilkan pada aplikasi, dimana tegangan aktual baterai akan diukur terlebih dahulu menggunakan multimeter dan nantinya akan dibandingkan dengan tegangan yang terbaca di aplikasi. Pada pengujian kali ini dilakukan 6 kali pengujian hingga mendapatkan nilai *error* yang rendah. Perhitungan errornya menggunakan persamaan 1 dan perhitungan akurasi menggunakan persamaan 2 berikut.

$$\text{Error} = \left| \frac{(\text{nilai aktual} - \text{nilai pembacaan})}{\text{nilai aktual}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - \left(\frac{\text{total error}}{\text{banyaknya sampel}} \right) \quad (2)$$

Table I. HASIL PENGUKURAN TEGANGAN BATERAI

No	Sensor Yang Digunakan	Kapasitas Baterai Aktual	Hasil Pembacaan Sensor (Baterai Full) V	Error	Akurasi
1	TP4056	4,11	4,66	13,38%	97,49%
2	TP4056	4,09	4,095	0,12%	
3	TP4056	4,08	4,082	0,04%	
4	TP4056	4,02	3,98	0,99%	
5	TP4056	3,85	3,86	0,26%	
6	TP4056	3,84	3,85	0,26%	
Rata-rata error				2,51%	

Berdasarkan data pengujian yang disajikan pada Tabel I, diperoleh akurasi *monitoring* baterai mencapai 97,49%. pada pengujian ini dilakukan sebanyak 6 kali pengujian dengan tegangan yang bervariasi pada setiap pengujianya, berdasarkan pengujian tersebut didapat rata-rata error sebesar 2,51%. Sehingga berdasar hasil pengujian ini diperoleh jika dengan akurasi yang mencapai 97,49% dapat dibilang jika hasil *monitoring* kondisi baterai terbilang cukup bagus karena lebih dari 90%.

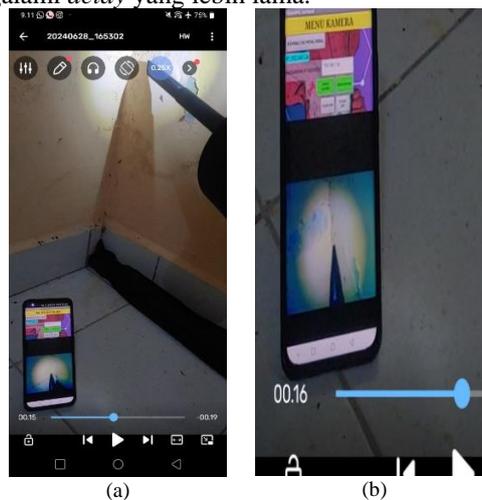
B. Analisis Pengujian Delay Kamera

Pada pengujian ini dievaluasi kinerja *delay* pada kamera ESP32-CAM. Untuk langkah-langkah dalam pengujian *delay* kamera, digunakan 3 cara yaitu yang pertama dengan menggerakkan objek, dimana objek yang digunakan yaitu menaruh telapak tangan diatas kamera kemudian menggerakkan tangan. Kedua yaitu dengan menggerakkan tongkat yang sudah dirangkai dengan kamera lalu menggerakkannya dan membandingkan hasil aktualnya dengan hasil perekaman di aplikasi. Ketiga yaitu dengan menggerakkan tongkat yang sudah dirangkai dengan kamera dengan cepat dan membandingkan hasil aktualnya dengan hasil perekaman di aplikasi. Pada pengujian tersebut dilakukan perekaman, lalu hasil rekamannya dibuat *slow motion* 0,25x. Contoh pengujian *delay* ditunjukkan pada Gambar 9. Pada detik 00.15 posisi alat sudah berpindah lalu pada 00.16 tampilan pada aplikasi baru menampilkan kondisi actual perpindahan tersebut. Data hasil pengujian *delay* penampil gambar pada aplikasi dengan kondisi actual pada Tabel 2.

Table II. HASIL PENGUKURAN DELAY KAMERA

No	Komponen Yang Digunakan	Cara pengujian	Delay
1	ESP32-CAM	Objek bergerak (merekam kondisi tangan yang digerakkan)	0,1 detik
2		Alat digerakkan (merekam kondisi ketika alat digerakkan)	0,1 detik
3		Alat digerakkan dengan cepat	0,2 detik

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel II didapatkan hasil bahwa ketika merekam objek bergerak maupun alatnya digerakkan (gerakannya tidak terlalu cepat), *delay* pada tampilan di aplikasi sama yaitu 0,1 detik tetapi ketika diuji dengan cara menggerakkan alat dengan cepat maka *delay* pada tampilan di aplikasi yaitu 0,2 detik. Maka didapatkan hasil bahwa perekaman kondisi oleh kamera, baik objek yang bergerak maupun alat yang digerakkan, jika objek yang bergerak maupun alat digerakkan tidak dengan cara yang terlalu cepat maka *delay*nya tidak berpengaruh tetapi ketika alat digerakkan dengan cepat maka - pembacaan dari kamera mengalami *delay* yang lebih lama.



Gambar 9. Hasil pengujian *delay* pada kamera (a) kondisi actual ketika alat digerakkan, (b) hasil *delay* kamera di aplikasi saat pengujian alar digerakkan

C. Analisis Pengujian Daya Hisap Vacuum

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran waktu pengisian baterai *vacuum* dan kamera. Langkah-langkah dalam pengujian ini yang pertama kali dilakukan yaitu posisi baterai *vacuum* dan kamera dalam kondisi habis, kemudian lakukan pengisian baterai *vacuum* dan kamera, pada waktu yang bersamaan dihidupkan *stopwatch* guna mengetahui berapa lama waktu pengisian baterai *vacuum* dan kamera sampai penuh. Gambar 10 (a) dan (b) menunjukkan proses pengujian fungsi *charging* baterai *vacuum* dan pengukuran lama waktu *charging*. Gambar 11 (a) dan (b). Secara teori, rumus perhitungan lama waktu *charging* dapat menggunakan persamaan 3.

$$\text{Durasi charging (jam)} = \frac{\text{kapasitas baterai}}{\text{arus charger}} \quad (3)$$

Perhitungan waktu *charging* baterai *vacuum* berdasarkan spesifikasi baterai Li-ion 3.7 V 3000 mAh dengan spesifikasi *charger* 4 A didapatkan hasil selama 1,5 jam atau 90 menit sedangkan pengukuran waktu *charging* baterai kamera berdasarkan spesifikasi baterai Li-ion 3.7 V 6000 mAh dengan spesifikasi *charger* 1 A didapatkan hasil selama 5 jam atau 300 menit.



Gambar 10. Hasil pengujian *charging* baterai *vacuum* (a) status baterai saat mulai *charging*, (b) status baterai saat selesai *charging*



Gambar 11. Hasil pengujian *charging* baterai kamera (a) status baterai saat mulai *charging*, (b) status baterai saat selesai *charging*

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut didapatkan jika lama proses *charging* dari *vacuum* memerlukan waktu sekitar 90 menit untuk mengisi baterai tersebut hingga penuh, sedangkan pada saat proses *charging* dari kamera memerlukan waktu sekitar 300 menit untuk mengisi baterai tersebut hingga penuh. Perbedaan lama waktu pengisian baterai ini tentunya dipengaruhi oleh spesifikasi baterai yang digunakan pada *vacuum* dan kamera. Pada saat dilakukan pengujian secara aktual lama proses *charging* baterai pada *vacuum* tidak sesuai perhitungan/teori, dimana pengisian baterai *vacuum* secara aktual didapatkan waktu pengisian selama kurang lebih 30 menit, hal ini dikarenakan adanya (*battery management system*) BMS yang memiliki fungsi untuk meng *cut-off* tegangan baterai pada nilai tertentu agar tidak terjadi *over charge*, yang nantinya dapat menyebabkan aus pada baterai. Hal ini juga dialami pada pengisian baterai pada kamera, pada kondisi aktual didapatkan waktu pengisian selama 2,5 jam yang dimana memiliki perbedaan yang signifikan dengan pengisian secara teori.

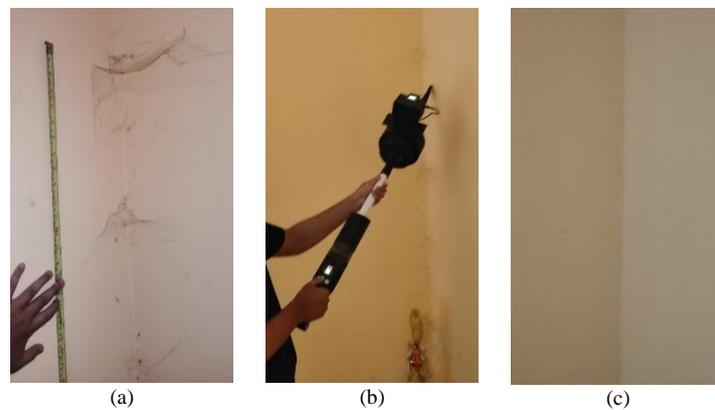
D. Analisis Pengujian Hasil Kinerja Alat SCONER

Pada pengujian ini dievaluasi pengaruh panjang tongkat terhadap daya hisap *vacuum*. Untuk langkah-langkah dalam pengujian ini yang pertama kali dilakukan yaitu memasang tongkat pada *vacuum*, setelah itu atur kepanjangan tongkat, panjang dari tongkat ini dibagi menjadi 3 buah opsi, pada opsi pertama tongkat memiliki panjang 1 m, pada opsi kedua tongkat memiliki panjang 2 m, pada opsi ketiga tongkat memiliki panjang 3 m. Pada pengujian pertama digunakan opsi pertama dimana tongkat memiliki panjang 1 m, setelah itu hidupkan *vacuum*, lalu bersihkan area yang terdapat sarang laba-laba, kemudian cek area yang telah dibersihkan, ulangi langkah tersebut pada opsi 2 dan 3 yang masing-masing memiliki panjang 2 m dan 3 m.

Pada pengujian dengan opsi 1 (1,64 m) alat digunakan untuk membersihkan sarang laba-laba yang berada pada ketinggian 3,28 m ditandai dengan Gambar 12 dan memiliki ketebalan yang tidak terlalu tebal, pengujian pada opsi ini didapatkan hasil pembersihan yang cukup baik, dimana sarang laba-laba berhasil dibersihkan dan tidak ada yang tertinggal. Pada pengujian dengan opsi 2 (tanpa menggunakan tongkat) alat digunakan untuk membersihkan sarang laba-laba yang berada pada ketinggian 1,7 m ditandai dengan Gambar 13 dan memiliki ketebalan yang lebih tebal dibandingkan pengujian pada opsi 1. Pengujian pada opsi ini didapatkan hasil pembersihan yang cukup baik, dimana sarang laba-laba berhasil dibersihkan dan tidak ada yang tertinggal.



Gambar 12. Hasil pengujian kinerja alat SCONER (a) kondisi sebelum dibersihkan, (b) proses pembersihan dengan kepanjangan alat 160 cm, (c) kondisi setelah dibersihkan



Gambar 13. Hasil pengujian kinerja alat SCONER tanpa tongkat (a) kondisi sebelum dibersihkan, (b) proses pembersihan tanpa tongkat, (c) kondisi setelah dibersihkan

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini merancang alat alat pembersih sarang laba-laba yaitu SCONER (*Smart Cobweb Cleaner*). SCONER merupakan alat yang dirancang untuk membersihkan sarang laba-laba secara efisien dan aman. Alat ini menawarkan berbagai fitur inovatif, seperti tongkat yang dapat disesuaikan panjangnya, kamera yang terhubung ke aplikasi yang sekaligus sebagai sistem *monitoring* status baterai. Spesifikasi teknis pada alat ini mendukung kemampuannya dalam membersihkan sarang laba-laba dan debu dari area yang sulit dijangkau. Berdasarkan hasil pengujian kinerja, fungsi *monitoring* kapasitas baterai memiliki akurasi sebesar 97,49% , sedangkan fungsi *monitoring* dengan kamera memiliki delay 0,2 detik. Fungsi *charging* juga bekerja dengan baik. Hasil pengujian kinerja alat menunjukkan bahwa SCONER dapat memenuhi tujuannya dalam meningkatkan efektivitas dan kenyamanan sehingga dapat menjadi solusi yang praktis proses pembersihan sarang laba-laba.

Alat ini dapat diaplikasikan pada pembersihan rutin sarang laba-laba di lingkungan rumah tangga maupun gedung perkantoran. Pabrik dan gudang serta gedung-gedung komersial membutuhkan alat pembersih sarang laba-laba untuk membersihkan area tinggi dan sulit dijangkau. Selain itu dapat juga diaplikasikan oleh petugas *cleaning service* untuk meningkatkan kualitas layanan pembersihan yang lebih efisien dengan adanya fitur-fitur pada alat SCONER ini.

Adapun peluang pengembangan dari alat ini diantaranya pada peningkatan kinerja kamera untuk meminimalkan *delay*, *nozzle* yang memiliki berbagai bentuk, dan tingkat daya hisap *vacuum* yang dapat diatur. Selain itu alat ini perlu diuji lebih lanjut terkait dengan kenyamanan pengguna. Perbaikan yang dapat dilakukan terkait desain alat dengan mempertimbangkan aspek ergonomis misalnya pada bagian pegangan agar tidak membuat pengguna cepat lelah, serta mempertimbangkan titik berat agar alat seimbang antara *vacuum* dengan penampil gambarnya sehingga tidak membebani pengguna ketika digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. Miasur, B. Suhardi, and I. W. Suletra, "Pengukuran Pemenuhan Standar GMP dan WISE pada Pabrik Tahu Karya Mukti Bandungan," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 2, 2021, p. 189.
- [2] A. Y. Hamidah, "Hubungan Kesehatan Lingkungan Rumah Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Ispa) pada Balita di Desa Pulung Merdiko Ponorogo" *Stikes Bhakti Husada Mulia Madiun*, 2018.
- [3] I. A. Fuadi, "Studi Pengaruh Polutan Terhadap Kinerja PV Module," *Institut Teknologi Sepuluh November*, 2018. [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/52788/1/07111645000028-Undergraduate_Theses.pdf
- [4] A. John Dhanaseely, S. Arun Kumar, and C. Karmegan, "Autonomous cobweb cleaner," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1717, no. 1, 2021.
- [5] Ahmad Fauzi Nuryahya, AryPermatadeny Nevita, and Hisbulloh Ahlis Munawi, "Inovasi Vacum Cleaner Menggunakan Tenaga Baterai Aki," *Nusant. Eng.*, vol. 4, no. 1, 2021, p. 18.
- [6] A. E. P. Soraya, T. Arsyadita, D. D. Y. I. Faridah, L. Oktaviani, S. Shaila, and S. Paloh, "Mekanisasi Pertanian 'Rancang Bangun Alat Panen (Galah) Buah Mangga (Mangifera indica L .) yang Ergonomis Dengan Mekanisme Sistem Pemotongan'" 2022, [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/618473175/Kelompok-1-3J-Makalah-Alat-Panen-Mangga>
- [7] A. H. Priyono, "Perancangan Desain Tingkat Pemasang Lampu Ergonomis dengan Menggunakan Metode Reverse Engineering Universitas Muhammadiyah Surakarta," *Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS)*, 2016. [Online]. Available: <https://eprints.ums.ac.id/47428/>
- [8] P. Monica; M.A. Kumar; and S. Vemulapalli, "ESP32 CAM-based Car Security System via Telegram Integration," *2023 3rd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA)*, Dec. 2023.
- [9] A. Kaur, A. Jadli, A. Sadhu, S. Goyal, and A. Mehra, "Cloud based surveillance using ESP32 CAM," in *Proc. Int. Conf. Intell. Technol., Syst. Service Internet Everything (ITSS-IOE)*, Nov. 2021, pp. 1–5.
- [10] R. Rao PBV; V.S. Mandapati; S.L.Pilli; P.L. Manojna; T.H. Chandana; and V. Hemalatha, "Home Security with IOT and ESP32 Cam - AI Thinker Module," *2024 International Conference on Cognitive Robotics and Intelligent Systems (ICC - ROBINS)*, Apr. 2024.
- [11] Elhattab, K., Abouelmehdi, K. & Elatar, S. New model to monitor plant growth remotely using ESP32-cam and mobile application. In *2023 10th International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)*, 1–6 (2023).
- [12] P. Macheso, T.D. Manda, S. Chisale, N. Dzupire, J. Mlatho and D. Mukanyiligira, "Design of ESP8266 Smart Home Using MQTT and Node-RED", *International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS)*, pp. 502-505, 2021.
- [13] P. K. Sattaru, K. V. Burugula, R. Channagiri and S. Kavitha, "Smart Home Security System using IoT and ESP8266", *2023 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)*, pp. 469-474, 2023.
- [14] Devi SA, Ram MS, Ranganarayana K, Rao DB, Rachapudi V. Smart home system using voice command with integration of ESP8266. *2022 International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC)*, IEEE; 2022. pp. 1535–9.
- [15] D. Parida, A. Behera, J. K. Naik, S. Pattanaik and R. S. Nanda, "Real-time Environment Monitoring System using ESP8266 and ThingSpeak on Internet of Things Platform", *2019 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICCS)*, pp. 225-229, 2020.
- [16] Z. Wan, Y. Song and Z. Cao, "Environment Dynamic Monitoring and Remote Control of Greenhouse with ESP8266 NodeMCU", *2019 IEEE 3rd Information Technology Networking Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*, pp. 377-382, 2019.
- [17] A. Suryana; M.R. Fauzi; R.A. Ramadhan; F. Muiz, Monitoring Electrical Energy Consumption Through Impulse Detection Using LDR Sensors and Relay With NodeMCU ESP8266, *2019 5th International Conference on Computing Engineering and Design (ICCED)*, Apr. 2019 .
- [18] K Sriamad; P. Nangtin, Developing Smart IoT Systems to Control Peak Demand Energy Using ESP8266 for Split Type Air Conditioners, *2024 12th International Electrical Engineering Congress (iEECON)*, May 2024.
- [19] A.E. Alves; H.V.B Câmara; J.V. da Silva; R.A. de Souza, Development Of An Automatic Shutdown System For Lighting And Air Conditioning By Using Esp8266 To Meet Energy Efficiency

Requirements In Buildings, 2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (ISGT Latin America), Sep. 2019.