Jurnal Elektronika, Sains dan Sistem Energi Vol. 02, No.01, Februari 2023, pp. 28-36

ALTRON

Journal Homepage: http://jurnal.uts.ac.id/index.php/Altron

IMPLEMENTASI MIKROKONTROLER ESP32 PADA ALAT PENYINARAN *SCREEN* SABLON PCB OTOMATIS BERBASIS IOT

IMPLEMENTATION OF ESP32 MICROCONTROLLER ON IOT-BASED AUTOMATIC PCB SCREENING EQUIPMENT

Rafid Ahmad Al-Farisi[1*], Paris Ali Topan[2], Titi Andriani[3], Muhammad Hidayatullah[4]

[1*,2,3,4]Fakultas Rekayasa Sistem Universitas Teknologi Sumbawa
rafidalfarisi@gmail.com[1], parisalitopan@gmail.com[2], titi.andriani@uts.ac.id[3], muhammad.hidayatullah@uts.ac.id[4]*

INFO ARTIKEL

Submitted: 20 Juli 2022
Revised: 26 November 2022
Accepted: 1 Januari 2023

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pembuatan dan efektivitas penggunaan alat penyinaran *screen* sablon otomatis berbasis Iot menggunakan mikrokontroller ESP32. Langkah awal dari pembuatan PCB yaitu dengan menyetrika hasil desain rangkaian pada PCB, yang membutuhkan waktu cukup lama. Oleh karena itu, diperlukan metode pembuatan PCB dengan teknik *screen* sablon untuk menghemat waktu dalam proses pembuatan jalur pada PCB. Dalam praktiknya, teknik *screen* sablon ini membutuhkan proses penyinaran menggunakan sinar *ultraviolet*. *Screen* sablon yang telah melalui proses penyinaran akan membentuk jalur PCB sesuai dengan pola yang diinginkan. Selanjutnya, pola pada *screen* sablon dapat langsung digunakan untuk membentuk jalur pada PCB baru hanya dengan menuangkan tinta pada *screen* sablon dan digosok diatas PCB polos. Permukaan PCB yang tertutup tinta sablon akan membentuk jalur pada PCB yang kemudian siap digunakan. Berdasarkan hasil perbandingan antara pembuatan PCB menggunakan metode manual dengan metode *screen* sablon, didapatkan hasil yang menyatakan bahwa penggunaan metode *screen* sablon sangat efisien waktu dan tenaga dalam pengerjaannya.

Kata Kunci*: PCB, Screen Sablon, ESP32, Ultraviolet, IoT*

ABSTRACT

This study aims to find out how to manufacture and the effectiveness of using irradiation equipment screen IoT-based automatic screen printing using the ESP32 microcontroller. The first step in making a PCB is to iron the results of the circuit design on the PCB, which takes a long time. Therefore, a method for making PCBs with engineering is needed for screen printing to save time in the process of making paths on PCBs. In practice, technique screen This screen printing requires an irradiation process using light ultraviolet. Screen printing that has gone through the irradiation process will form a PCB path according to the desired pattern. Next, the pattern on screen printing can be directly used to form tracks on new PCBs by simply pouring ink on screen printing and rubbing over plain PCB. The PCB surface covered with screen printing ink will form a path on the PCB which is then ready for use. Based on the results of a comparison between making PCBs using the manual method with the method

screen printing, the results obtained stated that the use of the method screen printing is very time and energy efficient in the process.

Keywords: *PCB, Screen Printing, ESP32, Ultraviolet, IoT*

1. TINJAUAN PUSTAKA

Screen sablon adalah peralatan yang digunakan untuk membuat desain berupa gambar atau teks yang menjadi pola cetak sablon. Umumnya benda yang disablon berupa kain, kertas, plastik dan PCB serta benda apa saja yang bisa dicetak dengan sablon. Seperti yang diketahui, saat ini Screen sablon umumnya memasukkan proses penyinaran menggunakan cahaya matahari yang memiliki kelemahan yaitu dari segi cuaca, karena penyinarannya tergantung pada suhu cuaca [1][2].

Perkembangan teknologi yang pesat membuat penggunaan Printed Circuit Board (PCB) meningkat khususnya dalam dunia elektronika [3]. Sebagai mahasiswa jurusan teknik elektro yang mengambil fokus elektronika atau arus lemah di Universitas Teknologi Sumbawa, kami sering dihadapkan pada praktik yang diharuskan mencetak banyak PCB. Karena itu, laboratorium diharapkan memiliki suatu alat atau mesin yang dapat mencetak PCB dengan cepat dan efisien. Sebelumnya sudah dilakukan beberapa penelitian tentang cara untuk membuat PCB dengan efisien, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Budihardjo Daniel yaitu perencanaan dan pembuatan peralatan otomatisasi proses penyablonan menggunakan MCS-51 [4]. Dimana pada penelitian tersebut dalam proses sablon menggunakan spidol yang sudah otomatis sehingga mempermudah dalam proses penggambarannya.

Penelitian ini dilakukan semata-mata untuk dapat mencetak PCB dengan menggunakan screen printing karena dapat menghemat waktu dan kemudahan dalam proses pengerjaannya. Screen printing merupakan peralatan yang digunakan untuk membuat desain berupa gambar ataupun teks yang menjadi pola cetak sablon [5]. Pada umumnya benda yang disablon berupakain, kertas, plastik dan PCB serta benda apa saja yang bisa dicetak dengan sablon. Seperti yang telah kita ketahui, bahwa saat ini screen sablon umumnya memasukkan proses penyinaran menggunakan cahaya matahari [6].

Adapun dalam proses penyinaran screen sablon menggunakan cahaya matahari terdapat kelemahan yaitu dari segi cuaca, karena penyinarannya tergantung pada suhu cuaca [7]. Sehingga dalam proyek akhir ini penulis mencoba membuat sebuah alat yang dapat melakukan proses penyinaran tanpa tergantung cahaya matahari.

Sebagai pemanfaatan momen perkembangan teknologi secara otomatis dan internet, oleh karena itu penulis merancang alat penyinaran screen sablon PCB otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 berbasis IoT yang screen sablon tidak terlalu bergantung dengan matahari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitain yang dilakukan oleh Bakhtiar dan Muzanni Reza (2012) yang berjudul Perancangan Alat Penyinaran Screen Sablon PCB Dengan Pengaturan Intensitas Cahaya Berbasis Mikrokontroller AT89S52 yang bertujuan untuk merencanakan dan merealisasikan suatu sistem pada pembuatan alat penyinaran Screen sablon PCB untuk memudahkan dalam penyinarannya, sehingga akan mempersingkat langkah dan waktu kerja. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang dibutuhkan telah dapat dikontrol oleh Mikrokontroler AT89S52 serta telah dapat di sensor oleh LDR secara otomatis, serta hasil dari proses penyablonan PCB akan ditampilkan langsung pada Liquid Criystal Display (LCD) [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Isti Pudjihastuti (2010) tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh konsentrasi asam, lama penyinaran lampu UV dan waktu pengeringan dengan pengering sinar matahari. Variabel percobaan meliputi konsentrasi asam laktat (0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5%), lama penyinaran dengan lampu UV (10, 15, 20, 25 dan 30 menit) dan waktu pengeringan sinar matahari (2, 3, 4, 5 dan 6 jam). Tahap penelitian yaitu melarutkan tapioka dengan larutan asam laktat kedalam reaktor tangki berpengaduk dengan disinari lampu UV kemudian disaring. Tapioka hasil hidrolisis kemudian dikeringkan dengan pengering sinar matahari. Hasil optimum yang didapat menunjukkan viscositas, swelling power, kelarutan, baking ekspansi, hardness tengah dan dinding roti berturut-turut sebesar 4,500dPa's; 25,75; 2,27%; 3,81 ml/ gr; 169,02 gf dan 305,35 gf [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Ichsani Nurul Islam dan Agung Pangestu (2021) yang berjudul Perancangan Alat Pengering Dan Pensteril Pakaian Menggunakan Bimetal Dan Sinar Ultraviolet Berbasis Iot dengan topik pembahasan perancangan alat pengering dan pensteril pakaian secara otomatis menggunakan NodeMcu sebagai mikrokontroller. Bimetal dan fan sebagai sumber panas yang terpasang di dalam media yang telah dilapisi aluminium foil. Lampu ultraviolet digunakan sebagai pensteril pakaian. Sistem pengering dan pensteril pakaian dapat dikontrol secara Internet of Things (IoT) menggunakan ponsel pintar yang telah terpasang Blynk [10][11].

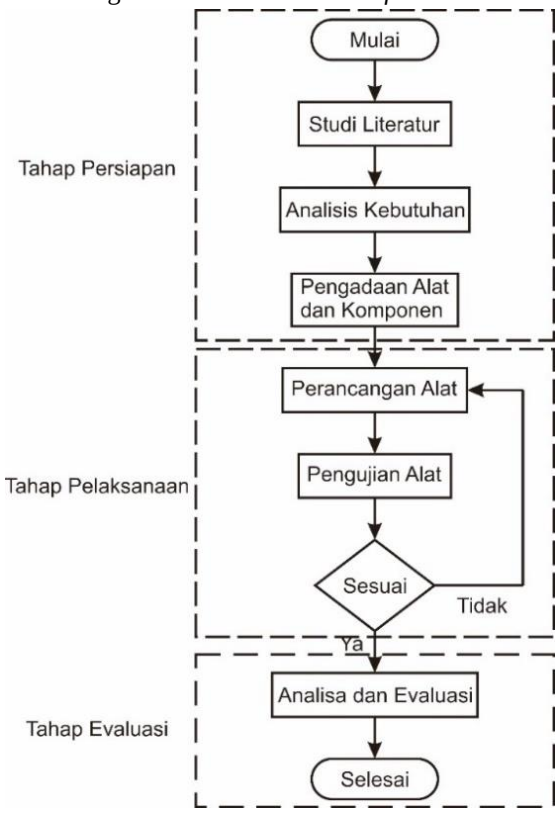
Dari beberapa penelitian tersebut, penelitian tentang penggunaan teknologi cahaya ultraviolet masih sangat diperlukan. Hal ini dikarenakan penerapan teknologi ini sangat membantu dalam proses pengeringan sehingga dapat mengurangi beban kerja yang dilakukan manusia [12].

Pada penelitian ini, penulis menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan kemampuan prosesor 32bit serta di dalam ESP32 sudah terpasang perangkat komunikasi wifi yang dapat menghubungkan modul dengan perangkat smartphone

melalui jaringan internet atau akses nirkabel yang lain agar proses kendali pada mikrokontroler ESP32 dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun dengan mudah melalui smartphone.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis membuat alat penyinaran *screen* sablon PCB otomatis dengan mikrokontroler ESP32 berbasis IoT dimana alur penelitian akan digambarkan dalam bentuk *flowchart*



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Pada diagram alir atau *flowchart* di Gambar 1 Menjelaskan tahapan-tahapan penelitian yang dimana tahapan-tahapan ini dibagi menajadi 3 tahapan, yaitu tahapan persiapan, pelaksanaan, serta analisa dan evaluasi. Pada tahapan persiapan dilakukan untuk mempersiapkan alat dan sistem yang akan dibutuhkan, yaitu dengan melakukan studi literatur dengan cara membaca dari buku, jurnal, dan lain sebagainya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Kemudian pada tahap pelaksanaan dilakukan untuk pengujian alat yang telah dirancang dan mengambil data dari energi listrik yang masuk di dalam suatu ruangan yang digunakan untuk sistem automatisasi. Terakhir yaitu tahap analisis dimana dilakukan untuk menganalisa kinerja dari rangkaian dan aplikasi yang diperlukan untuk melihat hasil yang diinginkan [13].

Langkah pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mencari referensi terkait topik penelitian yang akan dilakukan baik dasar teori maupun penelitian terdahulu. Tujuan utama pada tahap ini adalah menemukan perbaikan, pengembangan, atau pembaharuan dari penelitian yang pernah dilakukan. Setelah tahap tinjauan pustaka dilakukan, ditetapkan alat dan bahan serta langkah – langkah yang perlu dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini. Adapun yang dijadikan tinjauan pustaka oleh penulis yaitu buku, jurnal, *paper*, dan lainnya.

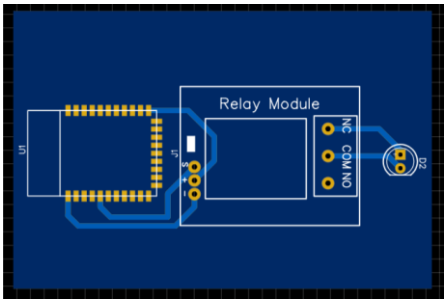
Setelah tahap tinjauan pustaka dilakukan, selanjutnya melakukan analisis terhadap kebutuhan sistem kemudian ditetapkan alat dan bahan meliputi perangkat dan perangkat lunak. Beberapa spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

No	Perangkat Keras	Perangkat Lunak
1	Prosesor *AMD RYZEN 3*	*Arduino IDE*
2	Sistem Operasi *windows 10 Pro*	*Blynk*

3	*Installed Memory* (RAM) 7,66GB
4	Kapasitas *Harddisk* 931GB
5	*Smartphone*
6	Mikrokontroler ESP32
7	Lampu Ultraviolet
8	Papan Triplek
9	Kayu
10	Kaca Transparan
11	Modul *Relay*

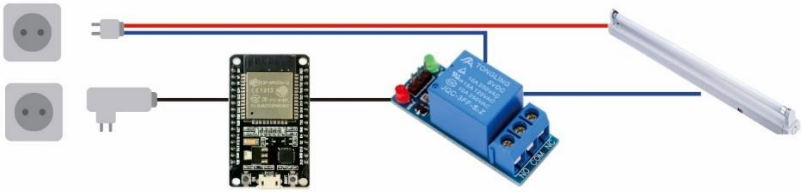
Dari Gambar 2 diatas dapat dijelaskan rangkaian alat pengering dengan menghubungkan lampu ultraviolet dengan *relay* Pada dasarnya *relay* bisa mengendalikan pengoperasian sesuatu dari jarak jauh dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energi [14]. Kemudian *relay* dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 yang telah diberi perintah untuk mengantur nyala matinya lampu ultraviolet, kemudian ESP32 disambungkan ke adapter, kemudian disambungkan ke sumber listrik 220V [15]



Gambar 2. Rangkaian Alat

Dalam perancangan alat ini adalah memprogram rangkaian agar rangkaian dapat terhubung ke aplikasi *Blynk* pada *smartphone* dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Perintah yang digunakan dalam memprogram rangkaian ini akan diatur dalam aplikasi *Blynk* dengan mengatur lama durasi ON atau OFF. Perintah yang telah dibuat kemudian di masukkan sebagai inputan pada mikrokontroler ESP32 Keluaran perintah pemograman berupa pulsa gelombang listrik dimana nantinya akan menyebabkan lama ON atau OFF pada lampu ultraviolet.

Pada sub bab ini akan menjelaskan alur rangkaian alat penyinaran *screen* sablon dengan lampu ultraviolet, untuk lebih jelasnya dapat dilihal diagram blok pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok

Dapat dilihat dari Gambar 3 bahwa alat penyinaran *screen* sablon dengan ultraviolet ini menggunakan 2 buah steker, steker yang pertama menghubungkan arus listrik AC 220V langsung ke *relay* dan lampu ultraviolet. Steker yang kedua disambungkan ke adapter supaya arus diubah dari AC ke DC lalu disambungkan ke ESP32, kemudian ESP32 diberikan perintah untuk menyakalakan dan mematikan *relay* sesuai waktu yang diinginkan, lalu *relay* akan memutus dan menyambungkan aliran listrik pada lampu ultraviolet sehingga lampu ultraviolet dapat nyala dan mati.

Box penyinaran *screen* sablon ini di desain menggunakan kayu karena lebih murah, mudah dibentuk, dan tidak mengganggu sinar UV dalam melakukan penyinaran dan jika menggunakan kayu maka sinar UV tidak akan keluar dari *box*. Pada *box* kayu ini dilengkapi dengan 3 bagian. Bagian pertama adalah kotak paling bawah sebagai tempat untuk meletakan mikrokontroler, bagian kedua adalah kotak pada bagian tengah sebagai tempat untuk meletakan lampu ultraviolet, dan bagian ketiga adalah kotak pada bagian atas sebagai penutup alat. Pada kotak paling bawah terdapat 1 lubang

dimana lubang tersebut digunakan untuk tempat keluarnya kabel. Pada kotak yang berada di tengah terdapat 4 buah lampu neon ultraviolet 8watt dan di sekelilingnya dilapisi dengan aluminium foil agar cahaya dapat dipantulkan ke arah *screen* sablon dengan sempurna kemudian di atasnya terdapat kaca bening yang berfungsi untuk sekat antara lampu dengan *screen* sablon agar cahaya dari lampu ultraviolet diserap atau dihambat pada proses penyinaran. Pada kotak pada bagian atas adalah bagian penutup pada alat, bagian ini berbentuk kubus dan memiliki rongga pada bagian dalam agar dapat tertutup dengan rapat tidak terganjal oleh isi didalamnya, kemudian bagian penutup ini tidak memiliki lubang agar sinar ultraviolet tidak keluar. Ketiga bagian tersebut disusun ke atas dimulai dari bagian pertama diletakkan dibagian bawah, kemudian bagian kedua diletakkan di tengah, dan yang terakhir bagian ketiga diletakkan paling atas, lalu disambungkan menggunakan engsel agar mudah dibuka saat ada kerusakan pada komponen.

Pengujian sistem sangat diperlukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang sudah sesuai dan dapat bekerja dengan baik serta faktor apa saja yang mempengaruhi sistem. Berikut tahapan pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini:

1. Pengujian lampu ultraviolet

   Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama lampu ultraviolet dapat mengeringkan *Screen* sablon dengan sempurna. Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan lampu ultraviolet sebanyak 30 kali dengan lama waktu 5 detik pertama dan bertambah 5 detik pada pengujian berikutnya.
2. Aplikasi *Blynk*

   Pengujian ini bertujuan untuk seberapa lama penggunaan aplikasi *Blynk* pada alat ini dapat berfungsi. Parameter keberhasilan pengujian ini ditandai dengan lampu ultraviolet yang menyala setelah beberapa kali digunakan. pengujian ini dilakukan sebanyak 100 kali.
3. Koneksi ESP32

   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana jarak yang diperlukan antara ESP32 dengan *router wifi* agar bisa terhubung. Parameter keberhasilan pengujian ini ditandai apakah ESP32 sudah terkoneksi dengan jaringan WiFi atau belum. Apabila sudah terkoneksi dengan jaringan WiFi akan muncul keterangan connected pada serial monitor dan memberikan sebuah IP Address. pengujian ini dilakukan sebangak 30 kali dengan variasi jarak mulai dari 1meter sampai dengan 30 meter.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 3 Januari 2022 sampai dengan tanggal 8 Juli 2022 di Laboratorium Elektronika Universitas Teknologi Sumbawa, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

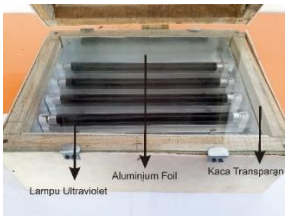
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil dan pengujian dari alat penyinaran screen sablon berupa: spesifikasi kebutuhan perangkat, hasil perancangan alat, dan pengujian alat, penelitian ini bertujuan untuk membuat dan merancang alat penyinaran *sreen* sablon otomatis menggunakan ESP32 berbasis IoT dengan cara mengatur durasi waktu penyinaran *screen* sablon. Penelitian ini menggunakan *relay* sebagai *switch on/off* dan disambungkan dengan ESP32 agar dapat mengatur durasi waktu pada *relay*.

Alat penyinaran *screen* sablon menggunakan lampu ultraviolet ini terbuat dari rangka berbahan kayu dan setiap sisi nya menggunakan bahan triplek, alat ini memiliki 3 bagian yaitu bagian bawah yang digunakan untuk menaruh mikrokontroler ESP32 dan *relay*, kemudian bagian tengah yang berisi lampu ultraviolet, dan bagian atas sebagai penutup. Ketiga bagian ini disambungakan dengan engsel agar mudah untuk dibuka, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.

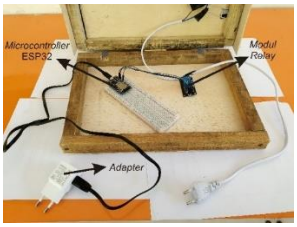
Gambar 4. Bagian Tutup Dari Alat Penyinaran *Screen* Sablon

Bagian tutup dibuat polos dan berongga didalamnya agar *screen* sablon dapat masuk dan tidak mengganjal penutup sehingga penutup dapat tertutup dengan rapat dan cahaya ultraviolet tidak keluar



Gambar 5. Bagian Tengah Dari Alat Penyinaran *Screen* Sablon

Bagian tengah diisi oleh 4 buah lampu ultraviolet 8W kemudian bagian atasnya diletakkan kaca transparan agar cahaya ultraviolet dapat menyinari *screen* sablon tanpa hambatan lalu dibagian sisi nya dilapisi dengan aluminium foil supaya cahaya ultraviolet dapat dipantulkan ke permukaan kaca dengan sempurna



Gambar 6. Bagian Bawah Dari Alat Penyinaran *Screen* Sablon

Bagian bawah diisi dengan mikrokontroler ESP32 dan modul *relay*. Pada alat ini arus listrik AC dengan tegangan 220V disambungkan ke lampu ultraviolet rangakaian parallel menggunakan kabel yang berwarna putih, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Kemudian salah satu kabelnya diputus dan disambungkan ke modul *relay*, ujung-ujung kabel yang telah diputus disambungkan ke pin *normally open* (NO) dan *ground* seperti pada Gambar 4.3, modul *relay* berfungsi untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik sesuai program yang ditulis. Lalu pin VCC, IN1, dan GND pada modul *relay* disambungkan pada pin VIN, D14, dan GND pada ESP32, *port* USB pada ESP32 disambungkan dengan adapter dan disambungkan ke arus AC 220V agar arus AC yang diterima dapat dikonversi menjadi arus DC dan supaya ESP32 dapat berfungsi.

Pengujian koneksi ESP32 dilakukan sebangak 30 kali dengan variasi jarak mulai dari 1meter sampai dengan 30, adapun hasil pengujian koneksi ESP32 dengan *router wifi* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Koneksi ESP32 Dengan *Router Wifi*

Pengujian Ke-	Jarak (m)	Pengujian Koneksi ESP32
1	1	Terkoneksi
2	2	Terkoneksi
3	3	Terkoneksi
4	4	Terkoneksi
5	5	Terkoneksi
6	6	Terkoneksi
7	7	Terkoneksi
8	8	Terkoneksi
9	9	Terkoneksi
10	10	Terkoneksi
11	11	Terkoneksi
12	12	Terkoneksi
13	13	Terkoneksi
14	14	Terkoneksi
15	15	Terkoneksi
…	…	…
30	30	Terkoneksi

Ketika sudah terkoneksi dengan jaringan WiFi akan muncul keterangan *connected* pada *serial monitor* dan memberikan sebuah *IP Address*, pada penelitian ini *username router* WIFI adalah DESKTOP dan muncul *IP Addres*

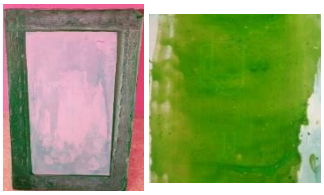
192.168.137.97 kemudian ada keterangan *certificate OK* dan *Ready* itu menandakan bahwa ESP32 sudah terkoneksi dengan jaringan WIFI.

Pengujian lampu ultraviolet bertujuan untuk mengetahui seberapa jelas pola yang dapat dicetak dengan Sinar UV, adapun hasil pengujian lampu ultraviolet ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Lampu Ultraviolet

No	Waktu (detik)	Pola pada *Screen* Tidak Tercetak	Pola Pada *Screen* Tercetak
1	5	✓	-
2	10	✓	-
3	15	✓	-
4	20	✓	-
5	25	✓	-
6	30	✓	-
7	35	✓	-
8	40	✓	-
9	45	✓	-
10	50	✓	-
11	55	✓	-
12	60	✓	-
13	65	✓	-
14	70	✓	-
15	75	✓	-
16	80	✓	-
17	85	✓	-
18	90	-	✓
19	95	-	✓
20	100	-	✓
21	105	-	✓
22	110	-	✓
23	115	-	✓
24	120	-	✓
25	125	-	✓
26	130	-	✓
27	135	-	✓
28	140	-	✓
29	145	-	✓
30	150	-	✓

Berdasarkan pengujian sinar UV dapat dilihat pada Tabel 3, menunjukkan bahwa pada awal 10 dan 20 detik jalur rangkaian masih belum tercetak. Tetapi pada detik ke 30 jalur rangkaian sudah tercetak namun belum jelas. Sehingga tidak dapat dikatakan bahwa PCB tercetak jalurnya. Karena jika dilakukan proses mencuci *screen* sablon akan membuat jalur rangkaian rusak dan putus. Ketika sinar UV telah menyinari selama 90 detik, maka jalur rangkaian yang tercetak pada PCB sudah jelas. Untuk lebih jelasnya bagaimana jalur yang dapat tercetak, dapat dilihat pada Gambar 7. dengan waktu pengujian waktu yang berbeda, yakni 30 detik, dan 90 detik. Jalur yang palig tercetak jelas yaitu ketika sinar UV menyinari selama 90 detik



Gambar 7. Hasil Pengujian *Screen* Sablon Setelah Penyinaran Selama 30 Detik dan 90 Detik

Pengujian aplikasi *Blynk* bertujuan untuk mengetahui seberapa lama penggunaan aplikasi *Blynk* pada alat ini dapat berfungsi. Parameter keberhasilan pengujian ini ditandai dengan lampu ultraviolet yang menyala setelah beberapa kali digunakan. pengujian ini dilakukan sebanyak 100 kali. Hasil pengujian aplikasi *Blynk* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Aplikasi *Blynk*

Pengujian ke-	Kondisi Alat	
	Tidak Berfungsi	Berfungsi
1	-	✓
2	-	✓
3	-	✓
4	-	✓
5	-	✓
6	-	✓
7	-	✓
8	-	✓
9	-	✓
10	-	✓
11	-	✓
12	-	✓
13	-	✓
14	-	✓
15	-	✓
…	…	…
100	-	✓

Pada pengujian ini peneliti menggunakan waktu selama 30 detik disetiap percobaan untuk mempersingkat waktu pengujian. Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa peneliti telah melakukan uji coba alat sebanyak 100 kali dan semua pengujian menunjukan hasil bahwa tidak terjadi *error* pada aplikasi *Blynk* dalam pemakaian yang lama dan berulang-ulang.

5. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian perancangan alat ini dapat diambil kesimpulan yaitu cara membuat alat penyinaran *screen* sablon PCB otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 berbasis IoT adalah menyiapkan alat dan bahan berupa triplek, kayu, kaca transparan, lampu ultraviolet, aluminium foil, mikrokontroler ESP32, modul *relay* dan kabel. Kemudian, rangkai triplek menjadi 3 buah kotak. Kotak pertama berada dibagian paling bawah digunakan untuk menempatkan mikrokontroler ESP32 dan *relay*, kotak kedua berada di tengan digunakan untuk menempatkan lampu ultraviolet dan kaca, kemudian kotak ketiga berada dibagian paling atas yang berfungsi sebagai penutup alat. Alat penyinaran *screen* sablon PCB otomatis menggunakan ESP32 berbasis IoT sudah dapat berjalan dengan baik, yakni sudah dapat mengatur waktu penyinaran dan menghubungkan alat ke jaringan internet sesuai dengan yang diharapkan. Kemudian dari data uji coba alat dapat diketahui lama penyinaran minimum yang dibutuhkan lampu ultraviolet untuk membuat pola pada *screen* sablon dapat tercetak adalah 90 detik.

Penyinaran *screen* sablon lebih efisien tenaga dan waktu dikarenakan lama penyinaran telah diatur sesingkat mungkin dengan hasil yang sempurna. Hal ini ditunjukkan dengan tabel hasil percobaan lampu ultraviolet.

B. Saran

Pada tugas akhir ini peneliti menyadari beberapa kekurangan yaitu pada percobaan ke 87 sampai 100 alat menglami respon yang lambat dikarenakan koneksi internet yang mengalami sedikit masalah, sehingga program berhenti sejenak, akan tetapi alat masih bisa berjalan sesuai yang diharapkan, oleh karena itu saran untuk peneliti selanjutnya adalah melakukan percobaan di lokasi yang memiliki jaringan internet yang stabil. Kemudian kekurangan berikutnya adalah penggunaan lampu ultraviolet 8W, penggunaan 1 buah *relay*, program yang sederhana, dan disain alat yang kurang baik. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mampu menggunakan lampu ultraviolet 10W atau lebih sehingga diharapkan dapat mencetak jalur rangkaian PCB dengan lebih jelas dan waktu yang lebih singkat. Selain itu juga perlu ditambahkan variasi pengujian dan simulasi pada rangkaian guna menguji tingkat kebenaran penyinaran dengan Sinar UV, dan juga diharapkan menggunakan 2 atau lebih *relay* agar dapat ditambahakan tombol darurat yang dapat menghentikan penyinaran ketika terjadi kesalahan. Kemudian diharapkan mampu membuat disain yang lebih sederhana dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Handi, Fitriyah, H., & Setyawan, G. E. (2019). Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *3*(4), 3258–3265.

[2] Kevin. (2019). Sistem Pemungutan Suara Elektronik (*E-Voting*) Menggunakan *Google Cloud Speech API* Berbasis *Raspberry Pi*
[3] Malvino, 2004, Prinsip - Prinsip Elektronika, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
[4] Daniel, Budihardjo. (1994). Perencanaan dan pembuatan peralatan automatisasi proses penyablonan menggunakan MCS-51. Electrical Engineering, Petra Christian University. Surabaya: p. 162.
[5] Herman Anggi, Sunawar Aris & Hanifah Nur. (2020). Rancang Bangun Pembuat Layout PCB Otomatis Berbasis Android. Jakarta. Journal of Electrical and Vocational Education and Technology, Vol.5, No.2, November 2020, 7-12
[6] Pudjihastuti, Isti. (2010). Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam Dan Reaksi Photokimia UV Untuk Produksi Pati Termodifikasi Dari Tapioka. Semarang. Universitas Diponegoro
[7] Susilo, D., Sari, C., & Krisna, G. W. (2021). Sistem Kendali Lampu Pada Smart Home Berbasis IOT (Internet of Things). *ELECTRA : Electrical Engineering Articles*, *2*(1), 23. https://doi.org/10.25273/electra.v2i1.10504
[8] Bakhtiar & Reza Muzanni. (2012). Perancangan Alat Penyinaran Screen Sablon PCB Dengan Pengaturan Intensitas Cahaya Berbasis Mikrokontroller AT89S52. Jurnal Litek (ISSN: 16938097) Volume 9 Nomor 2, September 2012: hal. 119123
[9] Muhamad, Z. (2018). Pemanfaatan Teknologi Cloud Blynk Dalam Sistem Kontroling stop kontak lampu rumah berbasis aplikasi android. *Jurnal Teknik Informatika Atmaluhur*, *6*(1), 40.
[10] Islam ichani, N. & Pangestu Agung. (2021). Perancangan Alat Pengering Dan Pensteril Pakaian Menggunakan Bimetal Dan Sinar Ultraviolet Berbasis IoT. Jakarta. Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian 2021, "Penelitian dan Pengabdian Inovatif pada Masa Pandemi Covid-19", ISBN: 978-623-6535-49-3
[11] Jakaria, D. A., & Fauzi, M. R. (2020). Aplikasi Smartphone Dengan Perintah Suara Untuk Mengendalikan Saklar Listrik Menggunakan Arduino. *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)*, *8*(1). https://doi.org/10.51530/jutekin.v8i1.462
[12] Rufus P. Turner, 1993, Rangkaian Elektronika. Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
[13] Diya'uddin Ahmad. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruangan Menggunakan Teknologi Wireless Sensor Network (WSN). Sumbawa. Universitas Teknologi Sumbawa
[14] Rusmadi,1999. Mengenal Teknik Elektronika. Bandung: Pionir Jaya
[15] Setiadi, D., & Muhaemin, M. N. A. (2018). Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi). Jurnal Infotronik, 3(2), 95-102.