

# PCB (Printed Circuit Board) Etching Machine Using ESP32-Camera Based Internet Of Things

## [PCB (*Printed Circuit Board*) Etching Machine menggunakan ESP-32 Cam berbasis Internet Of Things]

Adi Prasetyo<sup>1)</sup>, Jamaaluddin Jamaaluddin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: Jamaaluddin@umsida.ac.id

**Abstract.** *In general, today's technology is made automatically. Starting from car alarm, to automatic parking. This very rapid technological development makes humans create equipment that can minimize human activities. The etching process can also be called the Printed Circuit Board screen printing process, which is the creation of paths or layouts that will connect between electrical components. PCB Etching Machine is a tool used to dissolve metal parts that are not designed on a plain PCB board by using a mixture of chemical solutions, namely ferric chloride. The manual PCB process usually takes a long time and has a risk of being exposed to ferric chloride solution for users. This article discusses how to make an automatic etching machine tool with a Microcontroller module that has a camera feature to monitor the results of editing on a copper board. With the time method as the key to perfect results during the checking process. For as a drive, namely using a Servo Motor. The microcontroller used on this machine is ESP32 Camera based on Internet of things Telegram as a Data Base media. For software design using fritzing software applications. The success of PCB etching machines in this study is seen from tool testing ranging from voltage testing, microcontroller testing, real time a clock testing and Internet Of Things system testing. Made a description of success, this etching machine can be used and said to be successful. In conclusion, a machine or tool made with the latest version if not researched, designed and tested it cannot be successful.*

**Keywords** - ESP32-Cam, Etching, FeCl<sub>3</sub>, Internet Of Things, Printed Circuit Board, Real Time Clock, Telegram

**Abstrak.** *Secara umum, teknologi saat ini dibuat secara otomatis. Mulai dari alarm mobil, hingga parkir otomatis. Perkembangan teknologi yang sangat pesat ini membuat manusia menciptakan peralatan yang dapat meminimalisir aktivitas manusia. Proses etching juga bisa disebut dengan proses sablon Printed Circuit Board, yaitu pembuatan jalur atau layout yang akan menghubungkan antar komponen listrik. Mesin Etsa PCB adalah alat yang digunakan untuk melarutkan bagian logam yang tidak dirancang pada papan PCB polos dengan menggunakan campuran larutan kimia yaitu ferit klorida. Proses PCB manual biasanya memakan waktu lama dan berisiko terkena larutan ferit chloride bagi pengguna. Artikel ini membahas cara membuat alat mesin etching otomatis dengan modul Mikrokontroler yang memiliki fitur kamera untuk memantau hasil editing pada papan tembaga. Dengan metode waktu sebagai kunci hasil yang sempurna selama proses pengecekan. Untuk sebagai penggerak, yaitu menggunakan Motor Servo. Mikrokontroler yang digunakan pada mesin ini adalah Kamera ESP32 berbasis Internet of things Telegram sebagai media Data Base. Untuk desain perangkat lunak menggunakan aplikasi perangkat lunak fritzing. Keberhasilan mesin PCB etching dalam penelitian ini dilihat dari pengujian alat mulai dari pengujian tegangan, pengujian mikrokontroler, pengujian real time a clock dan pengujian sistem Internet Of Things. Membuat deskripsi sukses, mesin etsa ini dapat digunakan dan dikatakan berhasil. Kesimpulannya, mesin atau alat yang dibuat dengan versi terbaru jika tidak diteliti, dirancang dan diuji itu tidak akan berhasil.*

**Kata Kunci** - ESP32-Cam, Etching, FeCl<sub>3</sub>, Internet Of Things, Printed Circuit Board, Real Time Clock, Telegram

## I. PENDAHULUAN

Secara umum, teknologi saat ini dibuat secara otomatis. Seiring dengan kemajuan teknologi yang saat ini berkembang pesat dan didorong oleh meningkatnya kebutuhan manusia[1]. Perkembangan teknologi yang sangat pesat ini membuat manusia menciptakan peralatan yang dapat meminimalisir aktivitas manusia[2]. Salah satunya adalah membuat mesin etching pcb otomatis melalui smartphone android. Kini smartphone Android banyak diminati dari kalangan remaja hingga orang dewasa, karena, mudah dioperasikan dan sangat banyak fitur yang digunakan. Kemudahan teknologi pada smartphone Android ini mengundang banyak pengembang pada aplikasi dan fitur Android[3]. sehingga smartphone Android dapat digunakan untuk membuat aplikasi yang dapat mengontrol dan memantau proses pengecekan pada PCB (Printed Circuit Board).

Proses etching juga bisa disebut dengan proses pelarutan tembaga pada PCB (Printed Circuit Board), yaitu proses pembuatan jalur yang akan menghubungkan komponen-komponen yang ada pada papan. Mesin Etching PCB adalah alat yang digunakan untuk melarutkan bagian tembaga yang tidak dibutuhkan pada papan PCB biasa menggunakan

campuran larutan ferit clorid[4]. Karena besi chloride dari segi kemudahan untuk mendapatkannya dan harganya sangat terjangkau. Untuk mendapatkan hasil yang baik, proses pelarutan PCB ( Printed Circuit Board) harus dilakukan dengan memanaskan air yang dicampur dengan Ferric Chloride dengan suhu yang stabil dan memberikan kadar oksigen secara terus menerus pada larutan, termasuk yang dilakukan untuk memberikan kadar oksigen dengan mengocok wadah pelarut PCB yang diisi dengan larutan kimia Ferric Chloride[5] . termasuk yang dilakukan untuk memberikan kadar oksigen dengan mengocok wadah pelarut PCB (Printed Circuit Board) yang diisi dengan larutan kimia Ferric Chloride[6].

Dengan menggoyangkan secara manual keatas dan kebawah menggunakan media box dan tangan sebagai alat. Untuk mengembangkan alat-alat mesin etching yang manual tersebut dengan sistem otomatis[7]. Perlu diperhatikan juga Merancang sistem otomatis dengan melihat posisi operator saat melakukan proses pelarutan tembaga pcb membuat senyaman mungkin operator atau pengguna[8]. Penelitian ini merancang Mesin Etching papan sirukuit tembaga Cetak berbasis Internet Of Things dan Monitoring Menggunakan ESP32CAM. Mikrokontroler ESP32-CAM ini sangat cocok untuk proyek Internet Of Things yang membutuhkan fitur kamera. Modul Esp32cam memiliki lebih banyak pin input dan output daripada modul Cam Esp32[9]. Sistem otomatis pada mesin etching ini menggunakan Internet of Things karena bertujuan untuk memperluas koneksi internet yang terhubung secara real time[10].

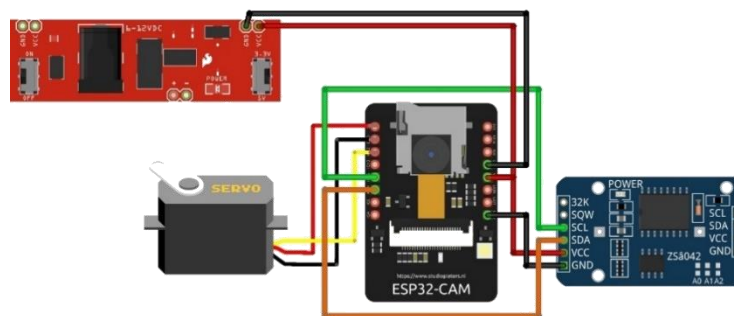
Untuk membuat proses etsa berjalan secara otomatis, Untuk membuat proses etching berjalan secara otomatis, diperlukan servo[11]. Motor servo di kontrol dengan android dan pengontrol mikro ESP32-Camera. Motor servo ini mampu bekerja dua arah, Cara kerja motor servo ini menggunakan sistem feedback dimana posisi motor servo dijalankan sesuai keinginan nantinya akan kembali ke rangkaian kontrol pada motor servo[12]. Kontrol bekerja dengan mengocok PCB (Printed Circuit Board) ke dalam larutan ferit clorid dan kemudian servo berfungsi untuk memindahkannya untuk mempercepat proses pelarutan tembaga. Untuk proses pelarutan tembaga, suhu juga penting untuk melarutkan hasil. Kamera pada fitur esp32cam berfungsi untuk memantau proses pelarutan Printed Circuit Board. Fitur kamera pada ESP32-Cam digunakan untuk memotret hasil keadaan PCB saat mesin etching berhenti dan mengirimkan gambar pada telegram[13].

Dalam pembuatan mesin etching PCB ini, Motor Servo sebagai penggerak kotak untuk larutan kimia ferit clorid. untuk timing menggunakan RTC-DS3231 yang bertujuan untuk mengatur waktu. Secara otomatis, RTC (*Real Time Clock*) mampu menyimpan semua data waktu, hari, tanggal, bulan dan tahun[14]. Untuk memindahkan servo digunakan kontroller yang disebut mikrokontroler, sehingga sistem gerak servo ini menjadi otomatis. Untuk dapat memantau proses pengecekan, penelitian ini juga menggunakan kontrol ESP32CAM yang terhubung ke sistem android untuk memantau proses pengecekan Printed Circuit Board[15].

## II. METODE

Ada 3 bagian untuk penelitian , yaitu metode: input, proses, dan output. Pada bagian input terdapat perintah dari sistem internet of things di telegram. Di bagian proses ada mikrokontroler ESP32-CAM. Mikrokontroler ESP32-CAM digunakan untuk menjalankan proses Motor Servo, RTC (Real Time Clock) dan mengirim foto ke Telegram. Untuk Output ada Hasil Foto yang ditampilkan di Telegram saat proses etsa berhenti. Kronologi penelitian dari mesin etching PCB ini adalah mengubah sistem manual menjadi sistem otomatis dan meminimalisir pekerjaan operator untuk dapat melakukan pekerjaan lainnya [16].

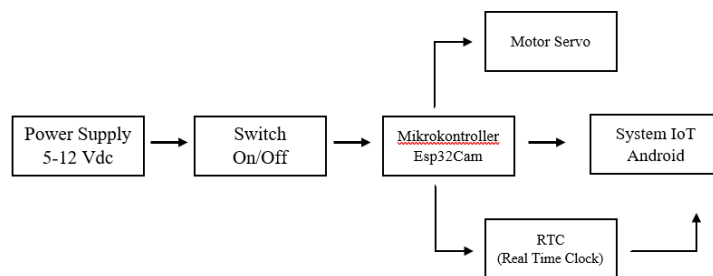
### A. Desain Pengkabelan



Gambar 2. 1 Desain Pengkabelan

Untuk tampilan pada kabel dalam desain perangkat lunak, yaitu pada gambar 1 di bawah ini. Dimana gambar pada masing-masing komponen telah terhubung dengan mikrokontroler. Pertama, Untuk sumber listriknya sendiri menggunakan 5v Dc. Kemudian dipasang ke motor servo, esp32-cam dan rtc 3231. Untuk pin data, servo terhubung ke pin 13 pada mikrokontroler esp32-cam. Selanjutnya, untuk koneksi ke pin sda dan scl rtc 3231, terhubung ke pin 14 untuk sda, pin 15 untuk scl.

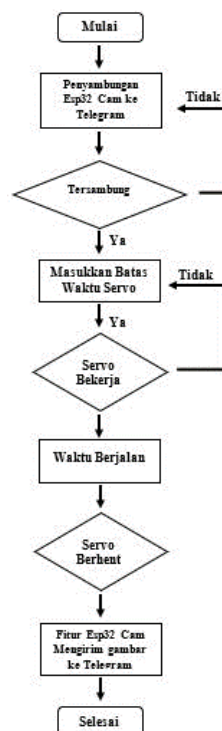
## B. Block Diagram



**Gambar 2. 2** Block Diagram

Dari gambar 2 dapat dijelaskan bahwa perangkat keras terdiri dari 6 bagian, dimulai dengan sumber listrik yang memiliki nilai tegangan 5 volt DC. Kemudian dihubungkan dengan switch on/off untuk dapat mengatur sistem pada alat ini jika posisi off atau on menggunakan switch. Kemudian setelah switch selesai terhubung kemudian dihubungkan ke pin vcc dan gnd pada esp32-cam. Setelah mikrokontroler disuplai, sambungkan pin sumber daya serta pin out pada Real Time Clock dan Motor Servo. Jangan lupa untuk menyematkan data. Jika semua kabel telah selesai, maka langkah terakhir adalah menghubungkan ke sistem internet of things di Android Aplikasi Telegram.

## C. Flowchart Sistem



**Gambar 2. 3** FlowChart Sistem

Penjelasan Gambar 3, Dimulai dengan menghubungkan Esp32 Cam ke Sistem IoT (Internet Of Things), yang menggunakan sistem Android di Telegram. Jika Ya maka kamera Esp32 terhubung ke telegram. Jika tidak, itu akan memproses koneksi terlebih dahulu. Jika sudah terhubung, proses selanjutnya adalah menentukan batas waktu Servo yang diproses menggunakan RTC (Real Time Clock). Atur waktu Anda sendiri untuk memproses berapa lama servo akan berjalan. Ketika waktu ditentukan, servo akan berjalan dan waktu juga akan berjalan. Jika waktu yang ditentukan sudah berjalan, Servo akan berhenti. Setelah menghentikan sistem pada Esp32 Cam akan bekerja yaitu fitur kamera akan mengirimkan gambar yang dihasilkan setelah waktu berhenti. Ke mana harus mengirim gambar ke sistem telegram yang pada awalnya sudah terhubung. Kemudian selesai.

#### D. Akurasi dan Ketepatan

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat yang dibuat dengan alat standar yang umum digunakan. Selain itu, pengujian juga dilakukan dengan mengambil hasil dari kondisi aktual dan real-time.

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan beberapa rumus, antara lain:

$$Selisih = (nSensor - nUkur) \quad (1)$$

Yang merupakan rumus selisih:

$$Average Value = \mu = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5}{n} \quad (2)$$

yang merupakan rumus nilai rata-rata; standar

Rumus deviasi[16].

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^x (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (3)$$

dan akurasi dan persentase persentase rumus

Kesalahan dapat diungkapkan di bawah ini.

$$\%Ketepatan = \left\{ 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{X_n} \right| \right\} \times 100\% \quad (4)$$

$$\%Error = \left\{ \left| \frac{Y_n - X_n}{X_n} \right| \right\} \times 100\% \quad (5)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab hasil dan pembahasan yakni menjelaskan tentang pengujian, perencanaan alat serta realisasi alat pada penelitian skripsi yang dibuat. Pengujian dilakukan dimana untuk mengetahui data dan hasil kesesuaian pada saat perencanaan yang di susun dari awal. Pengujian menjelaskan pengamatan dan pembahasan untuk mengetahui kesuksesan atau keberhasilan pada penelitian yang dilakukan. Sebaliknya jika ada pada kekurangan pada alat, maka bisa untuk mengetahui melalui pengujian. Setelah selesai pengujian bisa diatrik kesimpulan pada penelitian yang dibuat.

#### A. Pengujian Power Supply

**Tabel 3.1** Pengujian Power Supply

Pengujian	Tegangan yang dibutuhkan	Multimeter	Selisih	Ketepatan
Ke-	(V)	(V)	(V)	(%)
<b>Ke-1</b>	5	5,08	0,8	92
<b>Ke-2</b>	5	5	0	100
<b>Ke-3</b>	5	5,07	0,7	93
<b>Ke-4</b>	5	5,01	0,1	99
<b>Ke-5</b>	5	5	0	100
<b>Rata-Rata</b>	5	5,03	0,32	96,8

Untuk pengujian sumber daya bertujuan untuk mengukur tegangan stabilizer pada tegangan mikrokontroler dan komponen lain yang membutuhkan catu daya. Hasil dari pengujian Power Supply yang digunakan dalam penelitian mesin etching. Yaitu menggunakan power supply yang digunakan pada VCD dan DVD. Karena memiliki amper dan tegangan yang cukup pada mesin etching ini.

#### B. Pengujian Koneksi Jaringan Internet Wi-Fi pada ESP32-Cam sebagai Komunikasi Data

**Tabel 3.2** Pengujian Koneksi Wi-Fi Internet ESP32-Kamera

Pengujian Ke-	Koneksi Hotspot pada Esp32 - Kamera		
	Keadaan	Waktu Tunggu (s)	Kecepatan
<b>Ke-1</b>	Terhubung	5	Sedang
<b>Ke-2</b>	Terhubung	4	Sedang
<b>Ke-3</b>	Terhubung	5	Sedang
<b>Ke-4</b>	Terhubung	5	Sedang
<b>Ke-5</b>	Terhubung	5	Sedang

Untuk pengujian koneksi jaringan internet wi-fi pada Esp32cam dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat dan berapa lama Esp32cam dapat terhubung ke jaringan internet untuk komunikasi data di awal start. Pengujian ESP32-Cam dapat dilihat terhubung ke jaringan internet sebagai komunikasi data di awal mulai. Untuk dapat mengetahui apakah ESP32Cam terhubung ke internet atau tidak, maka dilakukan pengujian dengan menghitung waktu saat menghubungkan server sebanyak 5 kali.

### C. Pengujian Motor Servo SG90

**Tabel 3.3** Pengujian Motor Servo SG90

Pengujian Ke-	Servo Motor SG90		Keterangan
	Masukkan	Keluaran	
<b>Ke-1</b>	0°	0°	Sukses
<b>Ke-2</b>	45°	45°	Sukses
<b>Ke-3</b>	90°	90°	Sukses
<b>Ke-4</b>	180°	180°	Sukses
<b>Ke-5</b>	360°	360°	Sukses

Dalam pengujian motor servo sendiri bertujuan untuk mengukur derajat yang akan digunakan pada saat inspeksi dan juga pada waktu yang ditentukan. Pengujian motor servo dengan percobaan derajat tertentu dengan demikian membuat 5 kali percobaan. Mengapa menguji derajat lebih dalam penelitian alat etching adalah karena apa yang digunakan untuk penelitian mesin etching ini menggunakan fokus derajat sebagai pengaruh untuk proses etching. Pengujian dimulai dari 0-360 derajat. Jika pada saat perintah berapa derajat yang akan keluar sama dengan yang diperintahkan bisa dikatakan berhasil. Untuk penelitian, alat ini menggunakan 90° dan 180° sehingga bisa naik turun di etching box.

### D. Pengujian Pengujian fitur Kamera pada ESP32-Cam

**Tabel 3.4** Pengujian Esp32-Cam

Pengujian Ke-	ESP32 - CAM		Keterangan
	Masukkan	Keluaran	
<b>Ke-1</b>	High	Photo	Success
<b>Ke-2</b>	High	Photo	Success
<b>Ke-3</b>	High	Photo	Success
<b>Ke-4</b>	High	Photo	Success
<b>Ke-5</b>	High	Photo	Success

Pengujian kamera di mana untuk hasil terakhir pada perangkat etching setelah kontrol servo dihentikan, kamera akan mengakses hasil etching. Tes dilakukan dengan memberikan perintah atau memberikan input dengan kata high yang berarti ESP32-cam akan mengirimkan foto ke Telegram.

### E. Pengujian Bot Telegram

**Tabel 3.5** Pengujian Telegram

Pengujian Ke-	Telegram		Kecepatan
	Keadaan	Waktu Tunggu (s)	
<b>Ke-1</b>	Kirim	3	Sedang
<b>Ke-2</b>	Kirim	3	Sedang
<b>Ke-3</b>	Kirim	3	Sedang
<b>Ke-4</b>	Kirim	3	Sedang
<b>Ke-5</b>	Kirim	3	Sedang

Tabel 6 menunjukkan hasil lima tes Telegram dengan waktu tunggu 3 detik untuk mengirim pemberitahuan. Dapat disimpulkan bahwa hasil tes dihitung waktu. Karena melakukan pengujian telegram ini sangat penting untuk menentukan alat ini bekerja dengan baik.

### F. Pengujian Pengoperasian Kursi Roda

**Tabel 3.6** Pengujian Waktu Tertentu

Pengujian Ke-	Waktu yang Ditentukan		Keterangan
	Waktu Perintah (Minutes)	Waktu Keluaran (Minutes)	
<b>Ke-1</b>	1	1	Sedang
<b>Ke-2</b>	2	2	Sedang
<b>Ke-3</b>	3	3	Sedang
<b>Ke-4</b>	4	4	Sedang
<b>Ke-5</b>	5	5	Sedang

Untuk time testing saat mengirim data dari telegram ke mikrokontroler, bertujuan untuk mengetahui kepastian waktu yang ditentukan pada pilihan yang ada. dalam menguji waktu pada saat pengiriman data perintah dari telegram ke mikrokontroler ESP32 CAM. Di mana ada perintah dan ada tabel waktu untuk menentukan berapa lama pengujian pada Real Time Clock DS3231. Yakni pengujian menggunakan waktu 1-5 menit. Dalam pengujian waktu sesuai dengan perintah. Di mana keterlibatan rata-rata terjadi 15 menit.

### G. Pengujian Keseluruhan

**Tabel 3.7** Pengujian Keseluruhan

Pengujian Ke-	Catu daya (v)	Waktu (Menit)	Waktu Awal (Menit)	Waktu akhir (Menit)	Keterangan
<b>Ke-1</b>	5,08	5	19.20	19.25	Sukses
<b>Ke-2</b>	5	10	19.45	19.55	Sukses
<b>Ke-3</b>	5,07	15	20.10	20.25	Sukses
<b>Ke-4</b>	5,01	20	20.40	21.00	Sukses
<b>Ke-5</b>	5	25	21.10	21.35	Sukses

Pengujian secara keseluruhan dapat dilakukan dengan menyatukan Software hardware untuk menguji cara mengirim data apakah berhasil, membaca data dan perintah pada mikrokontroler. Tes keseluruhan dilakukan dengan memasukkan perintah melalui telegram, alat komunikasi. Percobaan dilakukan 5 kali jika pada saat pengujian terdapat lebih dari 3 percobaan yang menunjukkan hasil yang ideal dianggap berhasil. Jika dalam tes menunjukkan di bawah 3 kali, maka itu dianggap tidak berhasil.

## IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan mesin etsa PCB menggunakan ESP32-Camera dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa: (1.) Mesin etching yang telah dibuat dapat digunakan dalam proses pembuatan PCB Board Polos. (2.) Pembuatan PCB lebih mudah dan efisien karena waktu pembuatan PCB dalam proses etching menjadi lebih cepat. (3.) Minimalkan pekerjaan karena sistem yang digunakan berbasis Internet Of Things, yang dapat dikontrol menggunakan Android. (4.) Sistem alat ini akan menyala ketika saklar atau saklar menyala dan kemudian menghubungkan wifi atau internet yang sama jika alat etching ini bisa digunakan.

## Ucapan Terima Kasih

Untuk tahap bab terakhir, ucapkan terima kasih kepada editor dan pembaca atas masukan, saran dan kritik yang diberikan sehingga jurnal ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga sangat berterima kasih kepada pihak-pihak yang terkait dengan penelitian ini. Penulis juga mengharapkan jurnal ini sangat bermanfaat bagi pembaca dan menambah pengetahuan, terutama bagi diri mereka sendiri.

## REFERENSI

- [1] J. Tarantang, A. Awwaliyah, M. Astuti, and M. Munawaroh, "Perkembangan Sistem Pembayaran Digital Pada Era Revolusi Industri 4.0 Di Indonesia," *J. Al-Qardh*, vol. 4, no. 1, pp. 60–75, 2019, doi: 10.23971/jaq.v4i1.1442.
- [2] J. Jamaaluddin, "Sistem Kontrol Pendingin Mobil Ramah Lingkungan Berbasis Android," *Cyclotron*, vol. 2, no. 1, 2019, doi: 10.30651/cl.v2i1.2528.
- [3] A. Royan, "Implikasi Binary Search Untuk Volthering Sebagai Aplikasi Data Hadits Android," *J. Technopreneursh. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 18–23, 2019, doi: 10.36085/jtis.v2i1.216.
- [4] M. V Tarihoran, "Mesin Etching Pcb (Printed Circuit Board) Menggunakan Arduino Nano," *Semin. Nas. Ilmu Terap.*, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/sniter/article/view/134>.
- [5] D. Sonda and M. Anwar, "Perancangan dan Pembuatan Alat Pelarut Pcb Secara Otomatis Menggunakan Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 32," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 9, no. 2, p. 1, 2021, doi: 10.24036/voteteknika.v9i2.111325.
- [6] D. A. N. Waktu, L. Terhadap, and R. Logam, "Universitas indonesia," 2012.
- [7] M. A. Pratama, A. F. Sidhiq, Y. Rahmanto, and A. Surahman, "Perancangan Sistem Kendali Alat Elektronik Rumah Tangga," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 80–92, 2021, doi: 10.33365/jtikom.v2i1.46.
- [8] A. Susatyo and C. Bariyah, "Perancangan Fasilitas Kerja yang Ergonomis pada Proses Pelarutan," *J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 7–14, 2016.
- [9] A. Nur, R. Ardiyantoro, and D. Susandi, "Pengenalan Kondisi Tanah Dengan Raspberry Pi Pada Drone Penyemprot Tanaman," *Pros. Semin. Nas. Ris. Inf. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 71–76, 2022, [Online]. Available: <https://tunasbangsa.ac.id/seminar/index.php/senaris/article/view/210>.
- [10] A. Priyanto, S. Setiawidayat, and F. Rofii, "Design and Build an IoT Based Prepaid Water Usage Monitoring System and Telegram Notifications," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 197–213, 2021, doi: 10.21070/jeeeu.v5i2.1527.
- [11] G. R. Anandya, "Rancang Bangun Lengan Robot Penjepit PCB 3 Dof Berbasis Arduino Untuk Proses Etching PCB Otomatis," p. 110, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/47867/>.
- [12] A. Hilal and S. Manan, "Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu," *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i2.8924.
- [13] T. Jaringan, A. A. Arsadi, and E. Haryatmi, "InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Pemanfaatan Aplikasi Telegram dan Internet of Things pada Pemantauan Tempat Sampah," vol. 2, 2021.
- [14] P. Rahardjo, "SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN RTC ( REAL TIME CLOCK ) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560 PADA TANAMAN MANGGA," vol. 8, no. 1, pp. 1–5, 2021.
- [15] A. Mathematics, *濟無No Title No Title No Title*, vol. 32, 2016.
- [16] S. C. S. Yanti and I. Sulistiyowati, "An Inventory Tool for Receiving Practicum Report Based on IoT by Using ESP32-CAM and UV Sterilizer: A Case Study at Muhammadiyah University of Sidoarjo," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 6, no. 1, pp. 49–56, 2022, doi: 10.18196/jet.v6i1.14607.

### Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.