

## Penerapan Sistem Pengering Sepatu Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Sensor Dht22 dan Sinar Uv-C

Muhammad Rizalul Fahmi<sup>1)</sup>, Arif Supriyanto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan, Politeknik Negeri Tanah Laut

<sup>1)</sup> rizfahmie@gmail.com

<sup>2)</sup> arif@politala.ac.id

### Abstrak

Proses pengeringan sepatu yang masih mengandalkan sinar matahari di Indonesia sering mengalami kendala, terutama saat musim hujan. Sepatu basah dan lembap dapat menimbulkan bau tidak sedap dan risiko kesehatan akibat pertumbuhan bakteri dan jamur. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini merancang sistem pengering sepatu otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat bekerja tanpa bergantung pada cuaca. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22 untuk pemantauan suhu dan kelembapan secara real time, serta relay 4 channel untuk mengatur heater, kipas panas, kipas dingin, dan lampu UV-C sebagai sterilisasi. Dilengkapi pula dengan limit switch untuk keamanan, LCD sebagai tampilan informasi, serta antarmuka web untuk monitoring dan kontrol jarak jauh. Pengujian dilakukan pada tiga jenis sepatu: sneakers, sport, dan pantofel. Hasil menunjukkan sistem mampu menurunkan kelembapan dari 83–87% menjadi 53–59% dalam 1 jam 50 menit hingga 2 jam 30 menit, lebih cepat dibandingkan pengeringan konvensional yang memerlukan 6–8 jam. Sistem ini juga lebih higienis berkat UV-C. Konsumsi daya rata-rata sebesar 738 watt dengan estimasi biaya listrik Rp1.830–Rp2.496. Sistem dinilai efektif, aman, dan layak digunakan di rumah maupun usaha pencucian sepatu.

**Kata kunci:** DHT22, ESP32, Internet of Things, Lampu UV-C, Pengering Sepatu

### Abstract

*The shoe drying process in Indonesia, which still relies on sunlight, often faces challenges, especially during the rainy season. Wet and damp shoes can cause unpleasant odors and health risks due to bacterial and fungal growth. To address this issue, this study designed an automatic shoe drying system based on the Internet of Things (IoT) that can operate independently of weather conditions. The system uses an ESP32 microcontroller, a DHT22 sensor for real-time temperature and humidity monitoring, and a 4-channel relay to control a heater, hot fan, cold fan, and UV-C lamp for sterilization. It is also equipped with a limit switch for safety, an LCD for information display, and a web interface for remote monitoring and control. Tests were conducted on three types of shoes: sneakers, sports shoes, and loafers. The results showed that the system successfully reduced humidity from 83–87% to 53–59% within 1 hour 50 minutes to 2 hours 30 minutes, significantly faster than conventional drying methods that take 6–8 hours. The process is also more hygienic due to UV-C usage. The average power consumption is 738 watts, with an estimated electricity cost of IDR 1,830–2,496 per use. The system is considered effective, safe, and suitable for household and shoe laundry businesses.*

**Keywords:** DHT22, ESP32, Internet of Things, UV-C Lamp, Shoe Dryer

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sepatu merupakan kebutuhan utama bagi banyak kalangan, namun proses pengeringannya sering bergantung pada sinar matahari yang tidak selalu tersedia, terutama saat musim hujan. Kelembapan yang lama dapat memicu pertumbuhan bakteri, jamur, dan menimbulkan bau tidak sedap. Metode konvensional memiliki kelemahan seperti ketergantungan cuaca dan risiko kerusakan sepatu. Karena itu, dibutuhkan sistem pengering sepatu yang dapat digunakan kapan saja.

Dengan kemajuan teknologi Internet of Things (IoT), pengembangan alat pengering sepatu menjadi lebih inovatif. Penelitian ini mengembangkan sistem pengering sepatu berbasis IoT menggunakan sensor DHT22 untuk pemantauan suhu dan kelembapan, heater dan kipas untuk pengeringan, serta lampu UV-C untuk sterilisasi. Sistem dapat dimonitor dan dikontrol melalui website, memudahkan pengguna. Penelitian berjudul “Penerapan Sistem Pengering Sepatu Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Sensor DHT22 dan Sinar UV-C” ini bertujuan menciptakan solusi pengering sepatu yang efisien, andal, dan menjaga kualitas sepatu.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan di atas, rumusan masalah yang ditetapkan adalah: bagaimana merancang dan membangun alat pengering sepatu otomatis berbasis IoT, bagaimana mengintegrasikan komponen heater dengan kipas dan sinar UV-C untuk mengoptimalkan proses pengeringan, serta bagaimana implementasi sensor DHT22 dapat membantu mengontrol kondisi pengeringan sepatu.

### **1.3 Tujuan**

Berdasarkan permasalahan di atas, tujuan penulis adalah merancang dan membangun alat pengering sepatu berbasis IoT yang efisien, serta mengintegrasikan komponen heater, kipas angin, dan sinar UV-C untuk mengoptimalkan proses pengeringan. Selain itu, penulis bertujuan menerapkan sensor suhu dan kelembapan untuk monitoring otomatis kondisi pengeringan, mengembangkan sistem monitoring dan kontrol berbasis website untuk akses jarak jauh, serta menganalisis perbandingan efisiensi waktu antara metode pengeringan konvensional dan berbasis IoT.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Sepatu**

Sepatu terdiri dari berbagai komponen seperti sobel, hak kap, tali serta lidah, sepatu biasanya dikelompokkan berdasarkan fungsinya seperti sepatu formal, santai, dansa, olahraga hingga sepatu kerja (Hutahaean, 2010). Penelitian ini akan fokus pada sepatu jenis sneakers, menggunakan tiga tipe sepatu untuk pengujian alat pengering. Pertama, sepatu olahraga, yang memiliki desain berlapis dengan mesh berpori untuk sirkulasi udara, busa EVA tebal, dan material sintetis yang mudah menyerap air. Kedua, sepatu sneakers, yang terbuat dari kanvas atau kulit sintetis yang tidak terlalu menyerap air dan dilengkapi dengan busa EVA sebagai bantalan. Ketiga, sepatu pantofel, yang dibuat dari kulit asli atau sintetis yang anti air, dengan bahan kain di bagian dalam yang tidak terlalu tebal.

## 2.2 Internet of Things (IoT)

*Internet of Things* (IoT) adalah inovasi teknologi yang diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, memungkinkan berbagai benda yang dilengkapi sensor atau modul IoT untuk mentransmisikan data melalui internet. Ini mempermudah monitoring dan kontrol objek dalam aktivitas sehari-hari, serta menyediakan data secara real-time untuk informasi terkini. IoT bertujuan mengoptimalkan manfaat konektivitas internet dengan memungkinkan pengendalian jarak jauh dan pertukaran informasi antara berbagai objek, mulai dari produk makanan hingga perangkat elektronik. Sensor-sensor pada objek tersebut harus terus aktif untuk menjaga konektivitas (Nurhapsari et al., 2025; Sugiono et al., 2017).

## 2.3 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler canggih yang dikembangkan oleh Espressif System sebagai penerus ESP8266, dirancang khusus untuk aplikasi Internet of Things (IoT). Mikrokontroler ini dilengkapi modul WiFi dan Bluetooth, serta menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 dengan clock rate hingga 240 MHz. ESP32 menawarkan berbagai pin input/output yang serbaguna untuk menghubungkan dan mengontrol perangkat seperti layar LCD, lampu, dan motor DC. Selain itu, ESP32 memiliki fitur built-in seperti antenna switches, RF balun, dan modul manajemen daya, menjadikannya pilihan ideal untuk pengembangan IoT yang inovatif (Muliadi et al., 2024; Sanaris and Suharjo, 2020).

## 2.4 Sensor Kelembapan Suhu DHT22

DHT22, atau AM2302, adalah sensor suhu dan kelembapan yang menghasilkan output digital dengan konversi oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor ini beroperasi pada tegangan 3.3-6 VDC, meskipun sering digunakan pada 5 VDC. DHT22 memiliki tiga pin utama: VCC untuk suplai daya, pin data untuk komunikasi dengan mikrokontroler, dan pin GND untuk tegangan nol. Dalam penelitian ini, DHT22 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan di dalam sepatu, memungkinkan monitoring real-time melalui website dan LCD (Reski Ramadhan, 2023).

## 2.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah perangkat tampilan yang menggunakan kristal cair, sering digunakan dalam peralatan elektronik seperti televisi dan kalkulator. Penelitian ini menggunakan LCD 16x2 karakter tipe dot matriks untuk menampilkan status kerja perangkat, dengan kapasitas 16 karakter per baris dan fitur seperti generator karakter dan pencahayaan latar (Baskaran et al., 2024).

## 2.6 Heater

Heater adalah elemen pemanas yang mengubah energi listrik menjadi panas melalui pemanasan Joule. Salah satu jenisnya adalah pemanas ruang PTC yang otomatis mengatur panas berdasarkan resistansi yang meningkat seiring suhu. Dalam penelitian ini, heater yang digunakan adalah elemen pemanas udara 220V AC 300W untuk mengeringkan sepatu dengan udara panas (Baskaran et al., 2024).

## 2.7 Limit Switch

*Limit switch* adalah saklar elektromekanis yang mengubah posisi kontak terminal saat tuas aktuator terdorong oleh objek. Berfungsi untuk otomatis ON/OFF komponen seperti heater dan kipas, limit switch akan mengaktifkan komponen saat pintu tertutup rapat dan mematikannya saat pintu terbuka (ARISTYO ARDI, 2019).

## 2.8 Kipas Angin

Kipas angin adalah alat yang menghasilkan aliran udara, penting dalam sistem pendinginan. Dalam penelitian ini, kipas DC 12V digunakan untuk menyebarkan panas dari heater dan sebagai pendingin di dalam box pengering sepatu (Baskaran et al., 2024).

## 2.9 Lampu UV C

Lampu UV-C berfungsi untuk menetralkan bakteri dan bau, serta digunakan sebagai disinfektan. Dengan panjang gelombang 200-280 nm, UV-C efektif membunuh bakteri dan virus. Dalam penelitian ini, lampu UV-C digunakan untuk sterilisasi sepatu saat proses pengeringan (Reski Ramadhan, 2023).

## 2.10 Relay 4 Channel

Relay adalah saklar elektromagnetik yang mengontrol arus listrik. Modul relay 4 channel dengan optocoupler isolation digunakan untuk mengatur hidup dan matinya komponen dalam sistem pengering sepatu, seperti heater, kipas, dan lampu UV-C (Baskaran et al., 2024).

## 2.11 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak untuk menulis dan mengunggah kode ke mikrokontroler Arduino. Mendukung bahasa C/C++, Arduino IDE digunakan dalam penelitian ini untuk memprogram ESP32 yang mengontrol sensor, aktuator, dan komunikasi IoT (Umurani et al., 2025).

## 2.12 VS Code

Visual Studio Code (VS Code) adalah editor kode sumber yang dikembangkan oleh Microsoft, mendukung berbagai sistem operasi. VS Code ringan tetapi kuat, menawarkan fitur seperti debugging, integrasi Git, dan penyelesaian kode otomatis, berguna dalam pengembangan perangkat lunak (Fitria et al., 2025; Parrangan, 2024).

## 2.13 PHP

PHP adalah bahasa pemrograman untuk mengembangkan website dinamis dan aplikasi web, berinteraksi dengan database dan file. PHP adalah server-side scripting yang berjalan di berbagai sistem operasi, memerlukan web server untuk memproses file PHP dan mengirimkan hasil ke browser. Paket seperti LAMP dan XAMPP menyederhanakan instalasi PHP dan komponen terkait (Parrangan, 2024).

## 3. METODE PENELITIAN

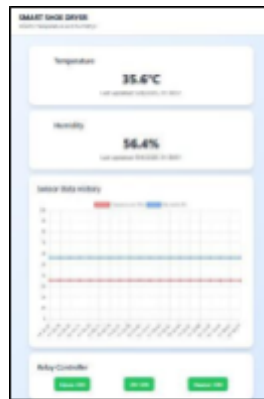
Pada metode penelitian ini akan membahas alur penelitian ini melalui beberapa serangkaian tahapan yaitu studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, kesimpulan dan saran. Tahapan-tahapan tersebut dirancang agar memastikan sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Diagram alir penelitian bisa dilihat pada Gambar 1.

## 4. PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Implementasi



Gambar 2. Hasil Implementasi *Hardware*



Gambar 3. Hasil Implementasi *Software*

Sistem pengering sepatu otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Sensor DHT22 digunakan untuk memantau suhu dan kelembaban secara real time, sedangkan relay 4 channel mengatur heater, kipas panas, kipas dingin, dan lampu UV-C. Limit switch dipasang sebagai fitur pengaman agar heater dan kipas panas hanya aktif saat pintu tertutup. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan data lokal, dan antarmuka web memungkinkan pengguna memantau serta mengontrol sistem dari jarak jauh.

*Box* pengering sepatu dibuat dari kombinasi bahan Kalsiboard dan PVC Foam Board untuk ketahanan panas dan air. Dimensi *box* (48×39×38 cm) memungkinkan pengeringan berbagai ukuran sepatu. Proses integrasi *hardware* dan *software* berjalan sesuai rencana, dengan konektivitas Wi-Fi yang stabil untuk sinkronisasi data sensor ke server.

## 4.2 Hasil Pengujian Sistem

### 4.2.1 Pengujian Hardware

Tabel 1. Pengujian Hardware

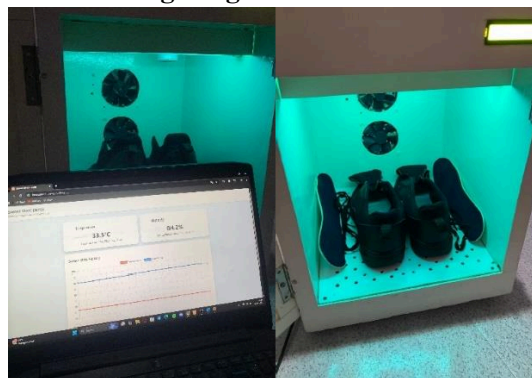
No	Pengujian	Keberhasilan		Pengujian
		Ya	Tidak	
1	Adaptor dan saklar	•		Memutus otomatis arus ke heater & kipas panas saat pintu box terbuka.
2	Limit switch	•		Memutus otomatis arus ke heater & kipas panas saat pintu box terbuka.
3	ESP32	•		Mengendalikan seluruh komponen dan terhubung ke WiFi dengan stabil.
4	DHT22	•		Membaca suhu & kelembapan real time, data tampil di LCD & web.
5	Relay 4 Channel	•		Mengatur ON/OFF otomatis komponen (heater, kipas, UV-C) sesuai logika sistem.
6	LCD	•		Menampilkan status suhu & kelembapan real time serta indikator proses selesai.
7	Heater	•		Menghasilkan panas stabil hingga suhu ruang pengering maksimal 43°C.
8	Kipas Panas	•		Menyebarkan panas secara merata di dalam box selama pengeringan.
9	Kipas Dingin	•		Aktif otomatis saat suhu >57°C untuk mendinginkan ruang pengering
10	Lampu UV C	•		Aktif selama pengeringan untuk sterilisasi sepatu dari bakteri/jamur.

#### 4.2.2 Pengujian Software

Tabel 2. Pengujian Hardware

No	Pengujian	Keberhasilan		Pengujian
		Ya	Tidak	
1	Menampilkan Suhu dan Kelembaban	•		Dashboard web berhasil menampilkan suhu dan kelembaban secara <i>real time</i>
2	Menampilkan grafik suhu dan kelembaban	•		Grafik <i>history</i> suhu dan kelembaban ditampilkan secara <i>real time</i> dan akurat.
3	Fungsi kontrol kipas panas	•		Kontrol kipas panas berfungsi dengan baik, jika tombol <i>on</i> maka kipas panas otomatis aktif dan jika tombol <i>off</i> kipas panas otomatis nonaktif.
4	Fungsi kontrol Heater	•		Kontrol heater berfungsi dengan baik, jika tombol <i>on</i> maka heater otomatis aktif dan jika tombol <i>off</i> heater otomatis nonaktif.
5	Fungsi Lampu UV C	•		Kontrol Lampu UV C berfungsi dengan baik, jika tombol <i>on</i> maka Lampu UV C otomatis aktif dan jika tombol <i>off</i> Lampu UV C otomatis nonaktif.

#### 4.2.3 Pengujian Efektivitas Pengeringan



Gambar 4. Pengujian Efektivitas Pengeringan

Pengujian efektivitas dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem pengering sepatu berbasis IoT dibandingkan metode konvensional. Tiga jenis sepatu diuji, yaitu sneakers, sport, dan pantofel, masing-masing sebanyak tiga kali pengujian. Parameter yang diamati meliputi kelembapan awal, kelembapan akhir, waktu pengeringan, dan suhu maksimum dalam ruang pengering. Sepatu basah dengan kelembapan awal rata-rata 83–87% dimasukkan ke dalam box pengering. Sistem diaktifkan hingga kelembapan mencapai

≤53% yang dianggap sebagai titik kering optimal. Pencatatan kelembapan dan suhu dilakukan setiap 15 menit menggunakan sensor DHT22 yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Hasil pengujian menunjukkan sistem IoT mampu menurunkan kelembapan secara signifikan dalam waktu lebih singkat dibanding metode konvensional. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 dibawah

Tabel 3. Efektivitas Pengeringan.

No	Jenis Sepatu	Kelembaban Awal (%)	Kelembaban Akhir (%)	Waktu Pengeringan	Suhu Maksimal (°C)
1	Sneakers	83,3 – 87,0	53,8 – 59,2	2 jam – 2 jam 15 m	43,8
2	Sport	82,8 – 84,2	52,8 – 55,1	2 jam 26 m – 2 jam 30 m	43,5
3	Pantofel	84,1 – 86,5	59,1 – 60,2	1 jam 30 m – 1 jam 50 m	43,0

#### 4.2.4 Analisis Perbandingan dengan Metode Konvensional



Gambar 5. Pengujian Konvensional

Metode pengeringan konvensional dengan sinar matahari diuji pada kondisi suhu lingkungan 30–35°C. Hasilnya menunjukkan waktu pengeringan yang jauh lebih lama yaitu 6 jam untuk pantofel dan 8 jam untuk sneakers dan sport. Hasil Perbandingan dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Analisis Perbandingan.

No	Jenis Sepatu	Sistem IoT	Konvensional	Efisiensi Waktu
1	Sneakers	2 Jam 15 Menit	8 Jam	5 jam 45 menit
2	Sport	2 Jam 30 Menit	8 Jam	5 jam 30 menit
3	Pantofel	1 Jam 50 Menit	8 Jam	4 jam 10 menit

#### 4.2.5 Analisis Efisiensi Energi dan Biaya Operasional



Gambar 5. Pengukuran dengan Multimeter

Analisis ini penting dilakukan untuk memberikan gambaran lengkap tentang efisiensi energi dan aspek ekonomis dari penggunaan alat tersebut. Analisis ini dilakukan dengan cara menghitung besaran tegangan listrik (Volt) dan besar arus listrik (Ampere) alat pengering sepatu menggunakan multimeter digital. Pengukuran daya listrik menggunakan multimeter digital menunjukkan tegangan 123V dan arus 6A, menghasilkan daya 738 watt. estimasi konsumsi energi dihitung dengan rumus :

Langkah 1 :

$$kWh = \frac{watt \times jam}{1000}$$

Langkah 2 :



$$a_i = \frac{1}{0} \quad \frac{0}{0}$$

$$Biaya (Rp) = kWh \times Tarif \text{ per } kWh$$

Rincian hasil perhitungan konsumsi listrik alat pengering dapat dilihat pada table 5. berikut.

No	Jenis Sepatu	Durasi Pengeringan	Watt Alat	kWh (kWh / durasi)	Biaya Pemakaian Listrik (Rp/kWh)	Biaya Listrik 1x Pengeringan
1	Sneakers	2 jam 15 menit	738	1,660	Rp. 1.352	Rp. 2.245
2	Sport	2 jam 30 menit	738	1.845	Rp. 1.352	Rp. 2.496
3	Pantofel	1 jam 50 menit	738	1.354	Rp. 1.352	Rp. 1.830

Dengan tarif listrik sebesar Rp1.352 per kWh, biaya listrik satu kali pengeringan berkisar antara Rp. 1.830 untuk sepatu pantofel, Rp. 2.245 untuk sneakers, dan Rp. 2.496 untuk sport. Konsumsi listrik untuk alat pengering sepatu berbasis IoT berada dalam kisaran yang wajar, dan biaya yang dikeluarkan tetap relatif terjangkau meskipun terdapat perbedaan durasi pengeringan dan konsumsi listrik. Pengering sepatu berbasis IoT tentunya hemat dalam penggunaan energi listrik dan biaya untuk kebutuhan rumah tangga atau usaha kecil.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai "Penerapan Sistem Pengering Sepatu Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Sensor Dht22 Dan Sinar Uv- C", sistem pengering sepatu otomatis berbasis IoT berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik menggunakan mikrokontroler ESP32 dan berbagai komponen lainnya. Sensor DHT22 berfungsi secara real-time untuk memantau suhu dan kelembaban, dengan hasil pengeringan sepatu yang efisien antara 1 jam 50 menit hingga 2 jam 30 menit, jauh lebih cepat dibandingkan metode konvensional. Uji coba pada sneakers, sport, dan pantofel menunjukkan semua jenis sepatu dapat dikeringkan hingga kelembaban 53–59%, dan penggunaan lampu UV-C menambah higienitas dengan mensterilkan sepatu dari bakteri dan jamur. Konsumsi daya rata-rata sebesar 738 watt membuat biaya operasional terjangkau, sehingga sistem ini layak untuk digunakan secara praktis dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai produk inovatif di bidang perawatan sepatu.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas taufik dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan artikel ilmiah ini. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang sudah membantu dalam penelitian ini. Terimakasih juga kepada dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan saran terkait penyusunan artikel ini hingga selesai.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

ARISTYO ARDI, A.A., 2019. RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG BALOK KAYU SERBAGUNA DENGAN SISTEM KONTROL OTOMATIS (bachelor). UNIVERSITAS ISLAM MAJAPAHIT MOJOKERTO.



- Baskaran, B., Mukramin, M., Sulaeman, B., 2024. RANCANG BANGUN SISTEM PENERING SEPATU OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN SUHU BERBASIS ARDUINO. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan* 12. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3S1.5253>
- Fitria, L., Indriyani, T., Akirudin, M.R., Ramadhan, R.A., 2025. Pengembangan Website Company Profile CV. Azinda Jaya dengan Framework Laravel Menggunakan Metode Waterfall. *Prosiding Seminar Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi* 4, 280–292.
- Fitriyah, Q., Siahaan, Y.D., Wahyudi, M.P.E., 2022. Alat Sterilisasi Lampu UVC Portable Berbasis IOT. *JURNAL INTEGRASI* 14, 8–13. <https://doi.org/10.30871/ji.v14i1.3599>
- Hidayatullah, H., Imaduddin, I., Muhtadi, A., 2022. Prototype Alat Pengering Sepatu Menggunakan Sensor DHT 22 Berbasis Internet Of Things (IoT). *JTE* 13, 166. <https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i3.007>
- Maulanasari, R., Prihastono, E., 2021. DESAIN MESIN PENERING SEPATU SEMI OTOMATIS BERDASARKAN PRINSIP ERGONOMI (STUDI KASUS PADA UMKM CLEANVAST CUCI SEPATU SEMARANG). *Proceeding SENDI U* 628–634.
- Muliadi, M., Imran, A., Rasul, M., 2024. PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32. *Jurnal Media Elektrik* 17, 73–79. <https://doi.org/10.59562/metrik.v17i2.5398>
- Nurhapsari, N., Paembonan, S., Suppa, R., 2025. RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS IOT. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan* 13. <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5594>
- Parrangan, A.Y., 2024. Sistem Informasi Geografis Daerah Rawan Kecelakaan (diploma). Universitas Kristen Indonesia Toraja.
- Pratama, R.D., Suhardi, S., Hidayati, R., 2024. Sistem Pemantauan dan Pengeringan Sepatu Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT). *Coding j. komp'ut. dan aplikasi* 12, 228–239. <https://doi.org/10.26418/coding.v12i3.87326>
- Reski Ramadhan, M., 2023. Rancang Bangun Box Pengering Sepatu Berbasis Mikrokontroler. *ELE* 17, 292–297. <https://doi.org/10.23960/elc.v17n3.2544>
- Sanaris, A., Suharjo, I., 2020. Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IOT). *Journal Of Information System And Artificial Intelligence* 1, 17–24.
- Sembada, O.D., Widodo, S., Suharno, K., Hilmy, F., 2020. ANALISIS ALAT PENERING SEPATU TERHADAP LAJU PENERINGAN. *Journal of Mechanical Engineering* 4, 36–41. <https://doi.org/10.31002/jom.v4i1.3404>
- Hutahaeen, T. (2010). Perlindungan hukum desain industri terhadap industri kecil berdasarkan UU Nomor 31 Tahun 2000 tentang desain industri (Studi pada industri pembuatan sepatu di Pusat Industri Kecil (PIK) Medan) [Skripsi, Universitas Sumatera Utara]. Universitas Sumatera Utara Repository. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18439/4/Chapter%20I.pdf>
- Sugiono, S., Indriyani, T., Ruswiansari, M., 2017. Kontrol Jarak Jauh Sistem Irigasi Sawah Berbasis Internet Of Things (IoT). *INTEGER: Journal of Information Technology* 2. <https://doi.org/10.31284/j.integer.2017.v2i2.178>
- Susanti, E., Candra, N., 2018. PERANCANGAN WIRELESS STARTER KENDARAAN BERMOTOR MEMANFAATKAN BLUETOOTH BERBASIS ARDUINO. *SGTk* 1, 207. <https://doi.org/10.33373/sigma.v1i2.1528>
- Umurani, K., Rahmatullah, R., Muharnif, M., Asfiati, S., Sandi, D.M., 2025. Pembuatan Alat Pelipat Baju Otomatis Berbasis Arduino Uno Untuk UMKM Laundry. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* 8, 97–106. <https://doi.org/10.30596/rmme.v8i1.22371>