

PEMANFAATAN *PRESSURE SENSOR* SEBAGAI PENGATUR TEKANAN PADA MESIN AUTOKLAF UNTUK STERILISASI PERALATAN MEDIS DAN MONITORING BERBASIS *IOT*

Mohammad Saickoni ¹, Agus Hayatal Falah ², Izza Anshory ³, Arief Wisaksono ⁴,

¹ Program Study Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknologi,

² Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl Raya Gelam no.250, pagerwaja, gelam, Kec Sidoarjo Jawa Timur 61271

Article Info

Article history:

Received Month xx, 20xx

Revised Month xx, 20xx

Accepted Month xx, 20xx

Keywords:

Autoklaf

Sensor Tekanan

IoT

Arduino uno

Sistem Otomatis

Monitoring Real-Time

ABSTRACT

Autoklaf merupakan alat sterilisasi yang bekerja menggunakan uap panas bertekanan tinggi untuk mengeliminasi mikroorganisme. Namun, pada sistem konvensional, pengaturan tekanan masih dilakukan secara manual sehingga berisiko menyebabkan ketidakkonsistenan proses dan menurunkan efektivitas sterilisasi. Penelitian ini mengembangkan sistem pengendali tekanan otomatis berbasis sensor tekanan digital yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno dan dilengkapi modul ESP8266 untuk pemantauan real-time berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini juga menggunakan sensor suhu MAX6675, solenoid valve sebagai aktuator tekanan, serta LCD sebagai antarmuka lokal. Pengujian dilakukan pada tiga setelan tekanan (10, 15, dan 25 psi) selama 15 menit. Hasil menunjukkan sistem mampu menjaga tekanan dengan toleransi fluktuasi $\pm 0,5$ psi dan mengirimkan data suhu serta tekanan ke dashboard cloud secara real-time. Sistem ini dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keselamatan proses sterilisasi, serta berpotensi diterapkan pada fasilitas medis dan laboratorium.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Mohammad Saickoni,

Desa ngembe rt.11 rw.02 kecamatan beji, Pasuruan 67154, Indonesia

Email:saickoni95@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sterilisasi merupakan prosedur fundamental dalam dunia medis dan laboratorium yang bertujuan untuk memastikan seluruh peralatan bebas dari mikroorganisme patogen [1]. Salah satu metode sterilisasi yang paling efektif adalah menggunakan autoklaf, yaitu perangkat yang memanfaatkan uap bertekanan tinggi untuk membunuh bakteri, virus, dan spora secara menyeluruh. Namun, pada praktiknya, banyak autoklaf konvensional masih bergantung pada pengendalian tekanan manual, yang berisiko menimbulkan ketidaksesuaian antara tekanan dan suhu yang dibutuhkan[2][3].

Pengendalian tekanan yang tidak stabil tidak hanya berpengaruh pada efektivitas sterilisasi, tetapi juga meningkatkan risiko kegagalan proses dan potensi bahaya bagi pengguna [4]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem otomatisasi yang mampu menjaga tekanan pada titik optimal secara presisi dan konsisten. Seiring dengan kemajuan teknologi industri, proses sterilisasi alat medis memerlukan sistem yang efisien dan akurat untuk menjamin kualitas serta keamanan pengguna [5].

Seiring dengan perkembangan teknologi Internet of Things (IoT), sistem monitoring dan kontrol jarak jauh kini menjadi lebih mudah diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk sistem autoklaf. Dengan

menggabungkan sensor tekanan, mikrokontroler, dan koneksi IoT, proses sterilisasi dapat dipantau dengan jarak jauh dan real-time [6][4][7].

Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem pengendali tekanan otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor tekanan, yang dilengkapi dengan modul ESP8266 sebagai pengirim data ke platform cloud [8]. Sistem juga dilengkapi dengan sensor suhu MAX6675 untuk memastikan parameter sterilisasi terpenuhi, serta solenoid valve untuk menjaga tekanan tetap dalam batas aman [9]. Sensor tekanan merupakan perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur besarnya tekanan pada suatu zat. Tekanan sendiri merupakan besaran fisika yang menggambarkan gaya yang bekerja pada suatu area tertentu. Secara matematis, tekanan dapat dinyatakan dengan rumus: $P = F/A$, di mana P adalah tekanan, F adalah gaya yang diberikan, dan A adalah luas permukaan tempat gaya tersebut bekerja. Satuan tekanan umumnya digunakan untuk menilai intensitas gaya dalam suatu fluida, baik cairan maupun gas. [10].

Akuisisi data suhu menggunakan termokopel tipe-K yang dipadukan dengan modul MAX6675 sebagai kompensasi *cold junction* menjadi pilihan yang layak bagi para peneliti karena harganya yang terjangkau serta mudah didapat di pasaran. Kombinasi antara termokopel tipe-K dan MAX6675 mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat, asalkan telah melalui proses kalibrasi sensor yang tepat[11].

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah pengembangan sistem sterilisasi cerdas yang tidak hanya mampu menjaga tekanan secara otomatis, tetapi juga memberikan kemampuan monitoring jarak jauh melalui dashboard IoT. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi sterilisasi, khususnya di lingkungan yang membutuhkan pengawasan ketat seperti rumah sakit dan laboratorium [1][12][13].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengendali tekanan otomatis pada mesin autoklaf yang berbasis sensor tekanan digital dan mikrokontroler Arduino Uno, mengimplementasikan sistem monitoring tekanan dan suhu secara real-time melalui platform Internet of Things (IoT) menggunakan modul ESP8266, serta menganalisis kinerja sistem dalam menjaga kestabilan tekanan selama proses sterilisasi pada berbagai setelan tekanan yang telah ditentukan.

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori eksperimen terapan, yaitu dengan melakukan pengembangan dan pengujian sistem otomatisasi pengendalian tekanan pada mesin autoklaf [14]. Fokus utama penelitian adalah merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis mikrokontroler dan sensor tekanan yang dikombinasikan dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memantau proses sterilisasi secara real-time.

2.2 Alat Dan Bahan

Perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini meliputi:

Perangkat keras

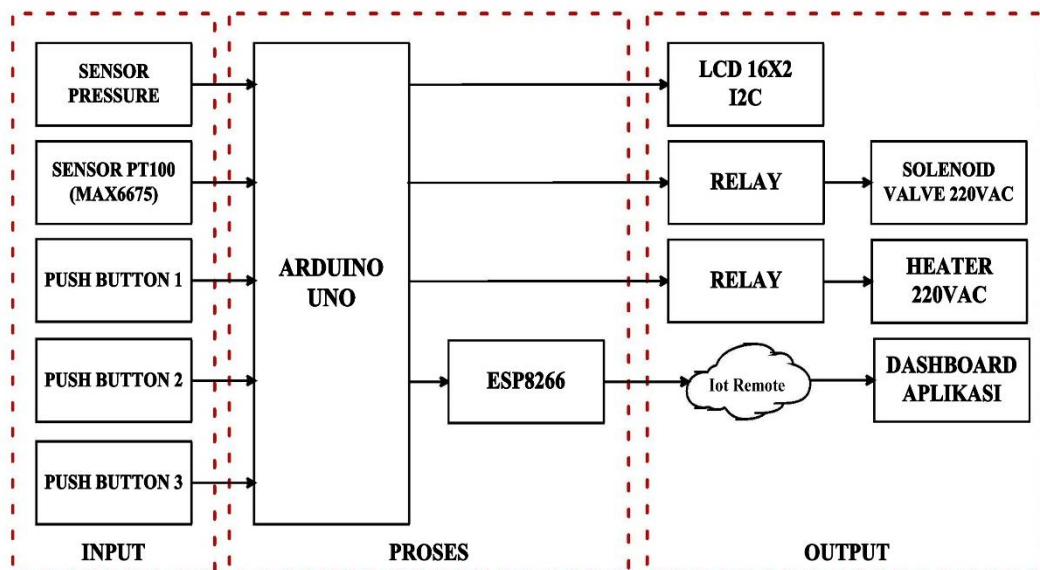
- Arduino Uno
- ESP8266 WiFi Module
- Pressure Sensor
- Sensor Suhu MAX6675
- Solenoid Valve
- LCD I2C 16x2
- Heater
- Relay
- Power Supply 12V
- Kabel jumper dan konektor

Perangkat lunak:

- Arduino IDE
- Arduino Cloud

2.3 Perancangan Sistem

Perancangan alat merupakan proses pembuatan alat dari rangkaian elektronik dan mekanik guna mendukung sistem yang akan dibuat [15]. Sistem dirancang untuk mengatur tekanan dalam autoklaf secara otomatis berdasarkan input dari sensor tekanan. Pada bagian ini akan di jelaskan cara kerja sistem dan perancangan sistem. Mikrokontroler akan membaca tekanan secara berkala dan mengontrol kerja heater serta solenoid valve [16]. Selain itu, sistem juga mengirimkan data suhu dan tekanan ke Arduino Cloud agar pengguna dapat memantau proses dari jarak jauh.



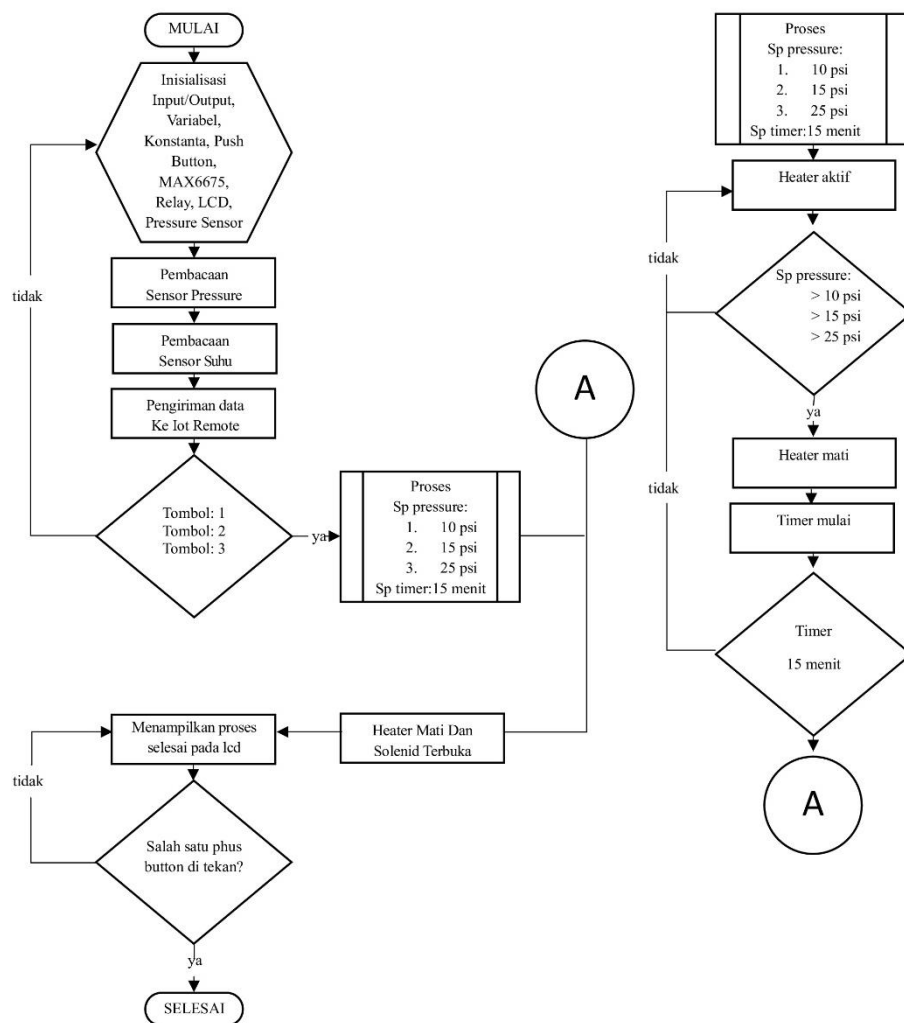
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Komponen utama saling terhubung dengan konfigurasi sebagai berikut:

- Sensor tekanan mengukur tekanan dalam ruang autoklaf.
- Arduino Uno sebagai pusat kontrol logika.
- Heater menyala jika tekanan belum mencapai setpoint.
- Solenoid valve terbuka setelah proses selesai untuk membuang tekanan.
- Modul ESP8266 mengirimkan data ke cloud.

2.4 flowchart sistem

Flowchart merupakan representasi grafis yang menunjukkan tahapan-tahapan serta urutan proses dalam sebuah program atau prosedur tertentu [17]. Flowchart sistem menggambarkan alur kerja sistem dari inisialisasi, pemilihan mode tekanan, proses sterilisasi, hingga penyelesaian proses.



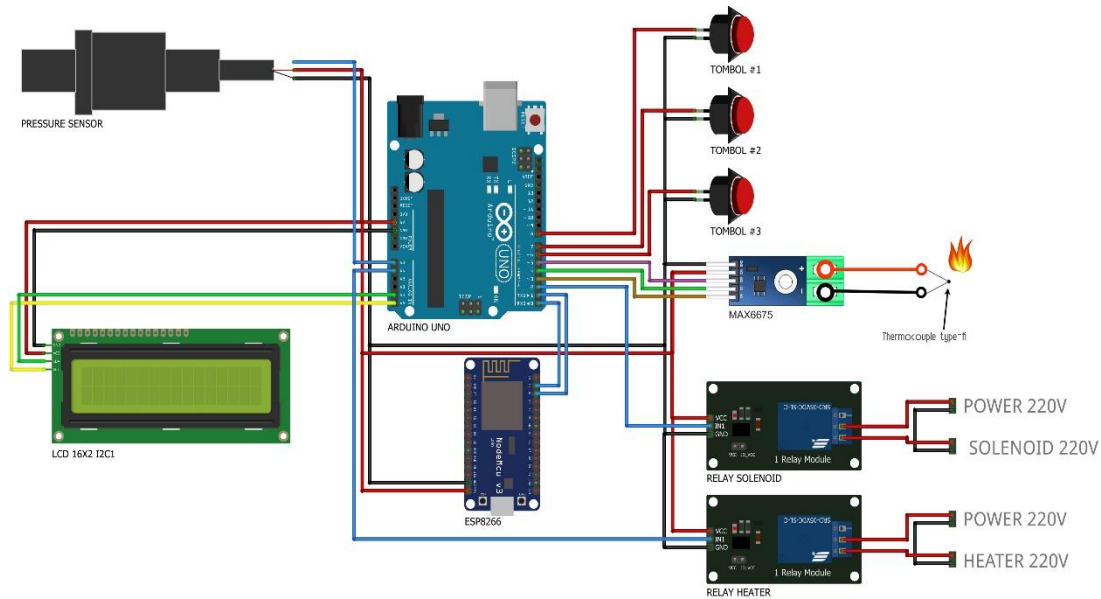
Gambar 2. flowcart sistem

Alur kerja sistem:

1. Inisialisasi komponen (sensor, LCD, WiFi).
2. Pembacaan push button untuk memilih mode tekanan (10, 15, atau 25 psi).
3. Heater aktif hingga tekanan mencapai setpoint.
4. Timer berjalan selama 15 menit setelah tekanan tercapai.
5. Setelah waktu selesai, heater mati dan solenoid valve terbuka.
6. Sistem menampilkan notifikasi "Proses Selesai" di LCD.

2.5 diagram elektrikal

Diagram ini menunjukkan hubungan antara Arduino Uno, sensor tekanan, sensor suhu, solenoid valve, relay, heater, LCD, dan ESP8266.



Gambar 3. diagram elektrikal

Diagram ini bertujuan untuk memudahkan proses instalasi dan integrasi antar komponen saat implementasi sistem di perangkat keras autoklaf.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini disajikan hasil pengujian sistem yang telah dirancang serta analisis terhadap kinerja sistem tersebut [18]. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa pressure sensor mampu membaca tekanan dengan akurat, sistem pengendali dapat mempertahankan tekanan sesuai setpoint, dan data tekanan serta suhu dapat dipantau secara real-time melalui platform IoT [19].

Pengujian dilakukan dalam beberapa skenario tekanan yang berbeda, yaitu 10 psi, 15 psi, dan 25 psi, yang merupakan tekanan standar dalam proses sterilisasi alat medis. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan tekanan dengan tingkat fluktuasi yang rendah, yaitu sekitar $\pm 0,5$ psi, serta merespon perubahan tekanan secara otomatis dengan mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator (heater dan solenoid valve) sesuai kebutuhan [20].

3.1 Hasil Pengujian Sistem

Sistem yang telah dirancang terdiri dari Arduino Uno, sensor tekanan, sensor suhu MAX6675, modul ESP8266, relay, heater, solenoid valve, dan tampilan LCD. Sistem diuji untuk mengetahui efektivitas pengendalian tekanan secara otomatis serta kemampuan pemantauan berbasis cloud menggunakan Arduino Cloud.



Gambar 4. Mesin autoklaf

Sistem berhasil menjalankan tiga mode sterilisasi berdasarkan tekanan: 10 psi, 15 psi, dan 25 psi, masing-masing dengan durasi 15 menit. Sistem membaca tekanan secara berkala dan mengatur kondisi heater serta katup solenoid secara otomatis.

3.2 Kalibrasi Sensor Tekanan

Kalibrasi dilakukan untuk mengkonversi nilai ADC dari sensor tekanan ke dalam satuan psi. Hasil kalibrasi menunjukkan hubungan linier antara nilai ADC dan tekanan aktual, dengan data sebagai berikut:

Table 1. pengambilan nilai ADC

no	Y(psi)	(X)ADC
1	0	160
2	15	550
3	25	780

Dari data tersebut, diperoleh persamaan regresi linier:

$$\text{Tekanan(psi)} = 0.0401 \cdot \text{ADC} - 6.60$$

Persamaan ini digunakan untuk mengubah data ADC menjadi nilai tekanan yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi Arduino cloud.

3.3 Kinerja Sistem Dalam Menjaga Tekanan

Sistem diuji untuk mempertahankan tekanan pada titik setpoint secara stabil. Logika kerja sistem:

- Heater aktif ketika tekanan $<$ setpoint.
- Heater mati ketika tekanan $\geq$ setpoint.
- Solenoid valve terbuka setelah waktu sterilisasi selesai.

Pengujian menunjukkan bahwa tekanan dapat dipertahankan pada kisaran yang diinginkan dengan fluktuasi kecil.

3.4 Pengujian Tekanan Dan Suhu

Tabel 2. Tampilan LCD

no	Tekanan (psi)	Durasi (detik)	Suhu (°c)
1			
2			
3			

Tabel 3. Pengambilan Data Tekanan Dan Suhu

No	Setpoint (psi)	Tekanan di lcd (psi)	Tekanan aktual (psi)	Suhu (°c)	Durasi (menit)
1	10	10.3-9.9	10	95-96	15
2	15	15.4-14.9	15	105-106	15
3	25	25.3-24.9	25	118-120	15

Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga tekanan dalam toleransi $\pm 0,5$ psi, yang masih dalam batas aman untuk sterilisasi efektif.

3.5 Monitoring Berbasis Iot

Sistem berhasil mengirimkan data tekanan dan suhu secara real-time ke dashboard Arduino Cloud menggunakan ESP8266. Pengguna dapat memantau data melalui smartphone atau komputer secara langsung.

Table 4. Pengambilan Data Dhasboard Iot

No	Tekanan (psi)	Pressure Gauge	Dhasboard Iot
1	10		
2	15		
3	25		

Fitur ini sangat bermanfaat terutama pada lingkungan rumah sakit atau laboratorium yang membutuhkan pengawasan jarak jauh dan cepat.

3.6 Analisis Dan Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki keandalan dalam:

- Mengatur tekanan autoklaf secara otomatis dan presisi.
- Menyediakan pemantauan jarak jauh berbasis cloud secara real-time.
- Mengurangi intervensi manusia dalam proses sterilisasi.

Keakuratan sistem sangat dipengaruhi oleh hasil kalibrasi sensor, kestabilan tegangan suplai, dan koneksi internet untuk keperluan IoT. Inovasi ini menunjukkan potensi besar untuk diterapkan pada perangkat sterilisasi modern.

3.7 Kelebihan Dan Keterbatasan Sistem

Kelebihan:

- Otomatisasi penuh sistem pengatur tekanan.
- Monitoring real-time berbasis IoT.
- Tampilan data melalui LCD dan dashboard cloud.
- Tekanan dapat dibuang otomatis setelah proses selesai.

Keterbatasan:

- Bergantung pada koneksi Wi-Fi yang stabil.
- Belum mencakup pengeringan dan pendinginan pasca-sterilisasi.
- Sensor tekanan perlu waktu pendinginan jika digunakan terus-menerus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pengendali tekanan otomatis berbasis Arduino Uno, sensor tekanan, dan ESP8266 berhasil dikembangkan dan mampu bekerja secara efektif sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mampu mempertahankan tekanan autoklaf pada tiga setpoint (10, 15, dan 25 psi) secara stabil dengan toleransi fluktuasi sekitar $\pm 0,5$ psi, yang masih berada dalam batas toleransi proses sterilisasi. Integrasi sistem dengan platform IoT melalui modul ESP8266 dan Arduino Cloud memungkinkan pemantauan tekanan dan suhu secara real-time dari jarak jauh, yang meningkatkan efisiensi dan keselamatan operasional. Selain itu, sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan fitur tambahan seperti kontrol pengeringan, pendinginan, penyimpanan data historis, serta notifikasi alarm guna menjaga kualitas sterilisasi yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Bapak Agus Hayatal Falah, ST., MT., selaku dosen pembimbing, atas segala bentuk bimbingan, dorongan, dan arahan ilmiah yang telah diberikan secara sabar dan konsisten selama proses penelitian ini berlangsung.

Bapak Dr. Izza Anshory, ST., MT., selaku dosen penguji I, yang telah memberikan masukan, kritik membangun, serta perspektif yang sangat berharga dalam memperkaya isi dan kualitas penelitian ini.

Bapak Ir. Arief Wisaksono, MM., selaku dosen penguji II, atas dedikasi, evaluasi, dan saran yang mendalam dalam proses ujian serta perbaikan naskah ini, sehingga mampu menjadi karya yang lebih matang secara akademik.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh dosen dan civitas akademika **Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo**, atas ilmu, dukungan, dan fasilitas yang telah diberikan selama masa studi dan pelaksanaan penelitian ini.

Semoga segala bantuan dan kontribusi yang telah diberikan mendapatkan balasan kebaikan dan menjadi amal jariyah. Karya ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengembangan teknologi di bidang otomasi dan Internet of Things (IoT).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Arifin and R. Thalib, "Rancang Bangun Autoclave Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20 Dengan Kontrol Relay Berbasis Arduino," *J. Mutiara Elektromedik*, vol. 4, no. 1, pp. 18–22, 2020, doi: 10.51544/elektromedik.v4i1.3239.
- [2] N. Saputera, Rif'at, Nurkamalia, Qamariah, and H. Roy, "Rancang Bangun Alat Sterilisasi Kesehatan Berbasis Smart Relay Zelio SR2 B121JD," *Politek. Negeri Banjarmasin*, vol. 5662, no. November, pp. 20–34, 2018.
- [3] N. Rahmita *et al.*, "Efektivitas Dan Proses Sterilisasi Uap Dalam Farmasi," *J. Ilmu Psikol. dan Kesehat.*, vol. 1, no. 4, pp. 209–212, 2025, [Online]. Available: <https://doi.org/10.54443/sikontan.v1i1.356>
- [4] S. Tinggi and I. Kesehatan, "Rancang Bangun Autoklaf Untuk Proses Sterilisasi Peralatan Medis Risky Ramadhani Algifahri Patrisius Kusi Olla Bayu Wahyud," vol. 1, no. 2, 2024.
- [5] M. Imron and A. I. Sudrajat, "Prototypeboiler Untuk Proses Pemanasan Sistem Uap Pada Industri Tahu Berbasis Arduinouno," *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, p. 49, 2022, doi: 10.31000/jte.v6i1.7068.
- [6] Raka Maulana Putera, Ojo Kurdi, Agus Suprihanto, Susilo Adi Widyanto, and Yusuf Umardani, "Perancangan Sistem Monitoring Tekanan pada Fly Ash System Berbasis Internet Of Things," *Rotasi*, vol. 23, no. 4, pp. 35–43, 2021.
- [7] M. David Pratama, T. Otomasi, and P. TEDC Bandung, *Sistem Monitoring Pada Rancang Bangun Mesin.....Muhammad David Pratama*, vol. 18, no. 3. 2024.
- [8] S. K. Sawidin, M. D. Patabo, S. Tuwongkesong, A. P. Y. Waroh, T. M. Kereh, and J. J. Lapon, "Design and building of a room light control System based on iot arduino cloud," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 227–233, 2024, doi: 10.37905/jjee.v6i2.26131.
- [9] M. Fadwah, "Desain Alat Uji Gaya Tekan Pada Solenoid Valve," *J. SINTEK*, vol. 6, no. 2, pp. 12–22, 2012.
- [10] B. Segara, C. Adeline, and F. Fauzi, "Makalah Pressure Sensor," no. 1610631160035, pp. 1–19, 2018.
- [11] R. Septiana, I. Roihan, J. Karnadi, and R. A. Koestoer, "Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ," *Pros. SNTTM XVIII*, vol. 9, pp. 1–6, 2019.
- [12] A. M. Akbar, D. R. Ningtyas, and W. Wahyudi, "Rancang Bangun Kalibrator Autoclave Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Penyimpanan Data," *J. Heal. Technol. Public Heal.*, vol. 1, no. 2, pp. 63–77, 2024.
- [13] T. Hardono and K. Supriyadi, "Modifikasi Autoclave Berbasis Atmega328 (Suhu)," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010210.
- [14] H. Syahrizal and M. S. Jailani, "Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif," *QOSIM J. Pendidik. Sos. Hum.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23, 2023, doi: 10.61104/jq.v1i1.49.
- [15] H. Prasetyo, T. K. Wijaya, and M. Alagusri, "PERANCANGAN PROTOTYPE KONTROL DAN MONITOR LEVEL AIR PADA MESIN BOILER BERBASIS IoT (Internet of Things)," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 377–388, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i2.5572.
- [16] A. Zainal, Royb Fatkhur Rizal, and Fajar Yumono, "Prototype Kontrol Tekanan Air Menggunakan

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

- Sensor Pressure Transducer Untuk Kerja Pompa Air Berbasis Arduino,” *J. Zetroem*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i1.2561.
- [17] A. Zalukhu, P. Singly, and D. Darma, “Perangkat Lunak Aplikasi Pembelajaran Flowchart,” *J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 61–70, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.istp.ac.id/index.php/jtii/article/view/351>
- [18] A. C. Re Gunadhi, A. Sudrajat, and K. R. Lestari, “Pengendalian Parameter Suhu Pada Mini Plant Boiler Dengan Menggunakan Pengendali PID,” *J. Ilm. Giga*, vol. 21, no. 2, p. 69, 2019, doi: 10.47313/jig.v21i2.604.
- [19] D. Setiadi and M. N. Abdul Muhaemin, “PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI),” *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 95, 2018, doi: 10.32897/infotronik.2018.3.2.108.
- [20] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. H, and A. Sary, “Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9559.