# Perancangan Small Dishwasher System untuk Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM)

1st Enrico Andreson Pattipeilohy
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia
identityofxion@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agus Virgono
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia
avirgono@telkomuniversity.ac.id

3rd Faisal Candrasyah Hasibuan
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia
faicanhasfcb@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak — Praktik pencucian alat makan secara manual di lingkungan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) kuliner menimbulkan tantangan serius terhadap aspek higienitas dan efisiensi operasional. Ketergantungan pada metode konvensional dengan air yang digunakan berulang kali meningkatkan risiko kontaminasi silang. Penelitian ini mengusulkan solusi melalui perancangan sebuah sistem pencuci piring otomatis berukuran kompak yang sesuai dengan keterbatasan ruang dan daya pada usaha skala kecil. Prototipe yang dikembangkan berbasis pada mikrokontroler Arduino Uno, yang mengintegrasikan sensor suhu DS18B20, elemen pemanas, dan pompa air DC untuk menjalankan siklus pencucian secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi sesuai rancangan, namun, performa pada efisiensi pemanasan dan efektivitas pembersihan teridentifikasi sebagai aspek yang memerlukan optimasi lebih lanjut. Pengembangan lebih lanjut akan difokuskan pada optimasi konsumsi energi dan kekuatan mekanis semprotan air. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi teknologi tepat guna yang terjangkau, secara signifikan meningkatkan standar sanitasi, efisiensi waktu, dan daya saing bagi UMKM kuliner di Indonesia.**

**Kata kunci — Arduino Uno, pencuci piring, sensor suhu, sistem otomatis, UMKM.**

## I. PENDAHULUAN

Sektor kuliner skala mikro di Indonesia menghadapi permasalahan signifikan terkait sanitasi peralatan makan. Banyak pelaku usaha, khususnya pedagang gerobak, masih menerapkan metode pencucian manual yang tidak hanya boros waktu tetapi juga berisiko tinggi terhadap penyebaran bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella*. Di sisi lain, mesin pencuci piring komersial yang tersedia di pasaran tidak dapat diadopsi karena kendala dimensi, konsumsi daya yang besar, dan biaya investasi yang tinggi.

Studi kasus melalui wawancara dengan pedagang kaki lima di sekitar Universitas Telkom mengonfirmasi adanya kebutuhan mendesak akan solusi teknologi yang praktis. Para pedagang mengungkapkan ketertarikan pada perangkat pencuci otomatis yang ringkas, hemat energi, dan mudah dioperasikan untuk mendukung kegiatan harian mereka. Berdasarkan analisis kebutuhan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem pencuci piring otomatis berukuran kecil (*Small Dishwasher System*). Perangkat ini dikembangkan secara spesifik untuk menjawab tantangan yang dihadapi oleh UMKM, dengan harapan dapat meningkatkan standar higienitas dan efisiensi proses pencucian.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328P yang berfungsi sebagai unit pemroses sentral dalam sistem ini. Platform ini dipilih karena kemudahan dalam pemrograman, ketersediaan pin input/output (I/O) yang ekstensif, dan ekosistem pustaka yang luas. Arduino bertugas untuk mengeksekusi logika kontrol, membaca data dari sensor, mengaktivasi aktuator melalui modul relay, dan memberikan umpan balik kepada pengguna melalui layar LCD.

### B. Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang dikemas dalam selubung baja tahan karat (*stainless steel*) sehingga bersifat kedap air (*waterproof*). Sensor ini mampu memberikan pembacaan temperatur dengan akurasi $\pm0.5^{\circ}$C dan berkomunikasi menggunakan protokol 1-Wire, yang hanya memerlukan satu pin data. Dalam aplikasi ini, DS18B20 digunakan untuk memonitor suhu air secara *real-time* sebagai parameter kunci untuk mengontrol siklus pemanasan.

C. Modul Relay

Modul relay berfungsi sebagai saklar elektromekanis yang memungkinkan sirkuit bertegangan rendah (5V dari Arduino) untuk mengendalikan perangkat berdaya tinggi. Relay digunakan untuk menjembatani rangkaian kontrol dengan beban seperti elemen pemanas (220V AC) dan pompa air (12V DC), sehingga memberikan isolasi galvanik yang esensial untuk keamanan sistem.

D. Pompa Air DC dan Kepala Sprinkler

Sistem penyemprotan air ditenagai oleh sebuah pompa diafragma DC 12V dengan laju aliran nominal 4.0 liter per menit (LPM). Untuk mendistribusikan semprotan air secara merata ke seluruh permukaan peralatan makan di dalam ruang cuci, keluaran pompa dihubungkan dengan sebuah kepala penyiram (*sprinkler*) taman yang memiliki mekanisme rotasi internal.

## III. METODE

A. Perancangan Sistem

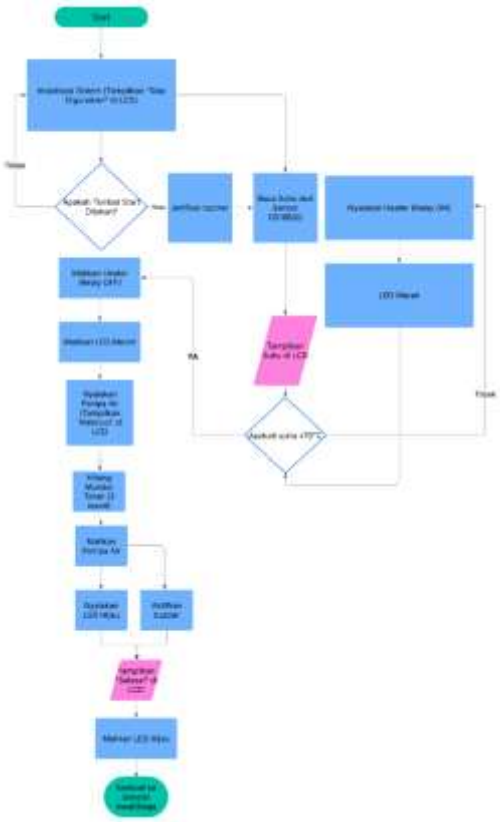
Proses perancangan diawali dengan analisis kebutuhan fungsional (FR) dan non-fungsional (NR) yang didasarkan pada studi lapangan dan wawancara pengguna. Dari beberapa alternatif konsep termasuk pemanfaatan panas kompor dipilih arsitektur sistem mandiri dengan pemanas listrik internal karena dianggap paling praktis oleh target pengguna. Diagram blok sistem menunjukkan Arduino Uno sebagai unit pengendali utama. Sensor DS18B20 memberikan masukan data suhu, yang kemudian diproses oleh Arduino untuk mengatur relay pemanas dan pompa. Alur kerja perangkat lunak dirancang agar sistem memulai siklus pemanasan setelah menerima input dari tombol "Start", memanaskan air hingga 70°C, dan dilanjutkan dengan siklus pencucian selama 180 detik. Arsitektur sistem secara keseluruhan dan hubungan antar komponen digambarkan pada Gambar 1.

**Gambar 1. Diagram Blok Arsitektur Sistem**

Diagram ini mengilustrasikan alur kerja sistem dari input hingga output. Sumber listrik mengaktifkan Arduino Uno setelah tombol "Start" ditekan. Arduino sebagai pusat kendali menerima data dari sensor suhu, lalu mengelola aktuator (Heater dan Pompa melalui Relay) serta memberikan umpan balik kepada pengguna melalui LCD, LED, dan Buzzer.

B. Implementasi Perangkat Keras

Prototipe fisik direalisasikan menggunakan material baja tahan karat (*stainless steel*) untuk fabrikasi tabung utama guna menjamin durabilitas terhadap suhu tinggi dan korosi. Seluruh komponen elektronik, termasuk Arduino Uno dan modul relay, ditempatkan dalam sebuah kompartemen terproteksi di bagian belakang alat untuk mencegah kerusakan akibat paparan air. Proses perakitan dan instalasi komponen dilakukan di lingkungan yang merepresentasikan kondisi penggunaan nyata oleh UMKM. Logika kerja perangkat lunak dirancang untuk menjalankan siklus secara sekuensial mengikuti alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Flowchart Logika Perangkat Lunak**

Flowchart ini memvisualisasikan algoritma yang dijalankan oleh Arduino. Proses dimulai dengan inisialisasi, kemudian masuk ke loop pemanasan setelah tombol ditekan. Sistem akan terus memanaskan hingga suhu >70°C tercapai, lalu secara otomatis beralih ke siklus pencucian selama 3 menit sebelum akhirnya kembali ke kondisi siaga.

**Gambar 3. Tampak Luar *Small Dishwasher***

Gambar ini menampilkan tampilan luar prototipe Small Dishwasher yang dirancang dengan dimensi ringkas untuk menyesuaikan keterbatasan ruang pada UMKM kuliner.

**Gambar 4. Tampak Dalam *Small Dishwasher***

Tampak dalam memperlihatkan susunan rak piring, sprinkler, dan tabung utama sebagai ruang pencucian.

**Gambar 5. Perangkat Keras (*Hardware*)**

Diagram ini memperlihatkan penempatan komponen elektronik utama, termasuk Arduino Uno, modul relay, dan rangkaian pengendali pompa serta pemanas.

**Gambar 6. Tabung Air dan Filter Air**

Tabung air berfungsi sebagai penampung air panas, dilengkapi filter untuk menyaring kotoran sebelum proses pencucian.

C. Skenario Pengujian

Validasi kinerja prototipe dilakukan melalui metode *performance testing* dengan beberapa skenario utama yang dirancang untuk menguji spesifikasi yang telah ditetapkan:

1. Pengujian Kinerja Pemanasan (NR-01): Mengukur durasi yang diperlukan sistem untuk menaikkan suhu 5 liter air dari temperatur ruang hingga mencapai 70°C.

2. Pengujian Akurasi Sensor Suhu (NR-04): Membandingkan data pembacaan sensor DS18B20 dengan termometer digital standar secara simultan.

3. Pengujian Konsumsi Daya (NR-02): Menghitung total daya puncak sistem berdasarkan data spesifikasi komponen dan pengukuran arus riil menggunakan multimeter.

4. Pengujian Fungsional Kebersihan: Mengevaluasi efektivitas sistem dalam menghilangkan tiga jenis noda standar (saus tomat, kecap manis, minyak goreng) dari permukaan piring, baik dengan maupun tanpa sabun.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Kinerja Sistem

Hasil verifikasi terhadap spesifikasi teknis menunjukkan kinerja yang bervariasi. Sistem berhasil memenuhi sebagian besar target yang ditetapkan. Spesifikasi konsumsi daya (NR-02) tercapai, dengan daya puncak terhitung sekitar ~660 Watt, berada di bawah ambang batas 700 Watt. Kinerja pompa (NR-03) juga sesuai target, menghasilkan laju aliran terukur sebesar 4.0 LPM. Dari sisi sensorik, akurasi sensor suhu (NR-04) sangat memuaskan, dengan deviasi rata-rata hanya ~0.3°C bila dibandingkan dengan termometer standar. Spesifikasi dimensi fisik (NR-05) dan seluruh kebutuhan fungsional dasar (FR-01 hingga FR-04), mulai dari aktivasi pemanas hingga tampilan LCD, juga berhasil terpenuhi. Ringkasan hasil verifikasi kuantitatif terhadap spesifikasi teknis disajikan pada TABEL 1.

**TABEL 1. Hasil Verifikasi Spesifikasi Sistem**

| Kode | Deskripsi Pengujian | Target (dari CD-2) | Hasil Pengujian (Aktual) | Status |
|---|---|---|---|---|
| NR-01 | Uji Kinerja Pemanasan | Mencapai 60-70°C dalam < 15 menit | Tidak tercapai, | Tidak Lulus |
| NR-02 | Uji Konsumsi Daya | Puncak < 700 Watt | Total daya terhitung ~660 Watt. | Lulus |
| NR-03 | Uji Kinerja Pompa | Aliran air ≥ 4.0 LPM | Laju aliran terukur 4.0 LPM. | Lulus |
| NR-04 | Uji Akurasi Sensor Suhu | Akurasi ±0.5°C | Perbedaan rata-rata ~0.3°C dengan termometer standar. | Lulus |
| NR-05 | Uji Dimensi Fisik | Ukuran ≤ 40x40x35 cm | Dimensi terukur 40x40x35 cm | Lulus |
| FR-01 | Uji Fungsi Pemanas | *Heater* dapat menyala | Relay berhasil aktif. | Lulus |
| FR-02 | Uji Kinerja Pompa | Pompa dapat menyala | Relay pompa berhasil aktif. | Lulus |
| FR-03 | Uji Fungsi Kontrol Otomatis | *Heater* mati & Pompa nyala saat suhu tercapai | Sistem berjalan sesuai logika Flowchart. | Lulus |
| FR-04 | Uji Fungsi Tampilan LCD | LCD menampilkan suhu | LCD berhasil menampilkan suhu dan status. | Lulus |

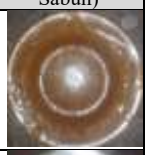
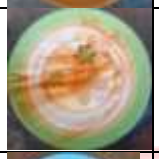
Tabel ini menyajikan "rapor" kinerja prototipe. Data menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar parameter teknis seperti konsumsi daya, kinerja pompa, dan akurasi sensor berhasil memenuhi target, terdapat satu kegagalan krusial pada parameter kinerja pemanasan (NR-01) yang menjadi temuan utama dalam penelitian ini.

Meskipun demikian, teridentifikasi satu kegagalan krusial pada parameter kinerja pemanasan (NR-01). Sistem membutuhkan waktu rata-rata 54 menit 13 detik untuk mencapai suhu target 70°C, jauh di atas target 15 menit.

### B. Diskusi Temuan Utama

Dua temuan utama menjadi sorotan dari hasil pengujian. Pertama, keberhasilan sistem dalam memenuhi spesifikasi daya, sensorik, dan fungsional dasar menunjukkan bahwa arsitektur kontrol berbasis Arduino Uno telah diimplementasikan dengan benar. Sistem mampu menjalankan alur logika secara sekuensial dan stabil sesuai dengan Flowchart yang dirancang.Kedua, dan yang paling signifikan, adalah ketidakmampuan sistem untuk mencapai target efisiensi termal. Waktu pemanasan yang sangat lama mengindikasikan adanya ketidakseimbangan antara kapasitas elemen pemanas (650W) dengan volume air dan, yang lebih penting, terjadi disipasi panas (*heat loss*) yang masif ke lingkungan sekitar. Dinding tabung *stainless steel* yang tidak memiliki lapisan insulasi termal menjadi penyebab utama energi panas terbuang, sehingga proses pemanasan menjadi sangat tidak efisien.Kegagalan pada aspek pemanasan ini secara langsung berdampak pada fungsi utama alat, yaitu efektivitas pembersihan. Hasil uji kebersihan menunjukkan kinerja yang belum memuaskan, di mana sebagian besar noda masih tertinggal di permukaan piring setelah satu siklus pencucian penuh. Hal ini disebabkan oleh kombinasi tekanan semprotan yang rendah dari pompa dan suhu efektif air yang mengenai piring lebih rendah dari target akibat kehilangan panas. Bukti visual dari keterbatasan kinerja pembersihan ini didokumentasikan pada TABEL 2.

**TABEL 2. Hasil Uji Kualitatif Kebersihan Noda**

| Jenis Noda | Kondisi Awal (Sebelum Dicuci) | Hasil Setelah Dicuci (Tanpa Sabun) | Hasil Setelah Dicuci (Dengan Sabun) |
|---|---|---|---|
| Saus Tomat | | |  |
| Kecap Manis | |  | |
| Minyak Goreng | | | |

Tabel ini menyajikan bukti kualitatif dari efektivitas pembersihan. Terlihat jelas bahwa tanpa bantuan sabun, sistem kesulitan mengangkat noda, terutama kecap manis. Bahkan dengan sabun, noda kecap manis masih sedikit tersisa. Temuan visual ini secara kuat mendukung kesimpulan bahwa tekanan pompa dan suhu efektif air belum optimal untuk pembersihan yang higienis.

## V. KESIMPULAN

Prototipe *Small Dishwasher System* telah berhasil diimplementasikan dan terbukti fungsional dalam menjalankan siklus kerja secara otomatis. Secara kuantitatif, perangkat ini memenuhi spesifikasi non-fungsional utama, termasuk konsumsi daya, akurasi sensor, dan performa pompa. Namun demikian, validasi terhadap fungsi utamanya menunjukkan bahwa prototipe ini belum berhasil menjawab permasalahan higienitas secara tuntas. Kinerja pemanasan yang lambat dan efektivitas pembersihan yang rendah menjadi keterbatasan krusial yang teridentifikasi dalam penelitian ini.

Kesimpulan utamanya adalah konsep dasar sistem memerlukan perbaikan signifikan pada aspek mekanis (peningkatan tekanan pompa) dan termal (penambahan insulasi panas) agar dapat menjadi solusi yang efektif dan aplikatif bagi UMKM. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk memprioritaskan penggantian pompa dengan unit bertekanan lebih tinggi, menambahkan lapisan insulasi termal di sekeliling tabung pemanas, serta merancang ulang mekanisme *nozzle* semprot untuk menciptakan semburan jet yang lebih kuat dan terfokus.

## REFERENSI


[1] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Pedoman Higiene Sanitasi Makanan Jalanan*. Jakarta, Indonesia: Kemenkes RI, 2021.

[2] World Health Organization, *Food Safety and Public Health Guidelines*. Geneva, Switzerland: WHO, 2020.

[3] Y. A. Çengel and M. A. Boles, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 8th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2015.

[4] E. Hughes, *Electrical and Electronic Technology*, 11th ed. London, U.K.: Pearson Education, 2012.

[5] L. Rahmawati, R. Handayani, and A. Firmansyah, "Pengembangan Sistem Pencuci Alat Makan Otomatis Berbasis Arduino Uno," *J. Teknol. Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 112-118, 2019.

[6] M. Prakoso and A. Widodo, "Pengembangan Prototipe Mesin Cuci Piring Portabel untuk UKM Kuliner," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 45-50, Jan. 2021.

[7] A. S. Putra and L. Indarto, "Pengembangan Sistem Pemanas Air Otomatis untuk UMKM," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 95-100, Apr. 2022.

[8] A. Fitriani, S. Rachmat, and T. Gunawan, "Analisis Pemilihan Pompa DC dalam Sistem Pencucian Otomatis," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 144-150, 2020.

[9] Maxim Integrated, "DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer," Maxim Integrated, [Online]. Available: https://www.maximintegrated.com/en/products/sensors/digital/DS18B20.html

[10] D. C. Montgomery and G. C. Runger, *Applied Statistics and Probability for Engineers*, 7th ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2017.