

Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Pompa CIP berbasis IoT

Oleh:

Mohammad Arifuddin Hanafi

Syamsudduha Syahririni

Progam Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Februari, 2026



PENDAHULUAN

Latar Belakang

1. Proses CIP

Cleaning In Place (CIP) adalah prosedur wajib pada industry makanan dan minuman untuk menjaga higienitas mesin Filling Sanko.

2. Kelemahan Proses Manual

Proses manual rentan human error, inkonsistensi, dan tidak bisa dipantau operator secara real-time dari jarak jauh.

3. Solusi Teknologi IoT

NodeMCU ESP8266 menawarkan otomatisasi terjangkau dengan control dan monitoring interface berbasis web dalam jaringan lokal atau internet.

Tujuan Penelitian

1. Rancang Bangun Sistem

Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Pompa CIP berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266.

2. Intregasi Relay dan Inverter

Relay 4 Channels dengan inverter Danfoss VLT Aqua Drive FC 202 untuk pengaturan flowrate pompa CIP.

3. Web Dashboard Real-Time

Monitoring status pompa, logging data operasi, dan kontrol manual maupun otomatis.

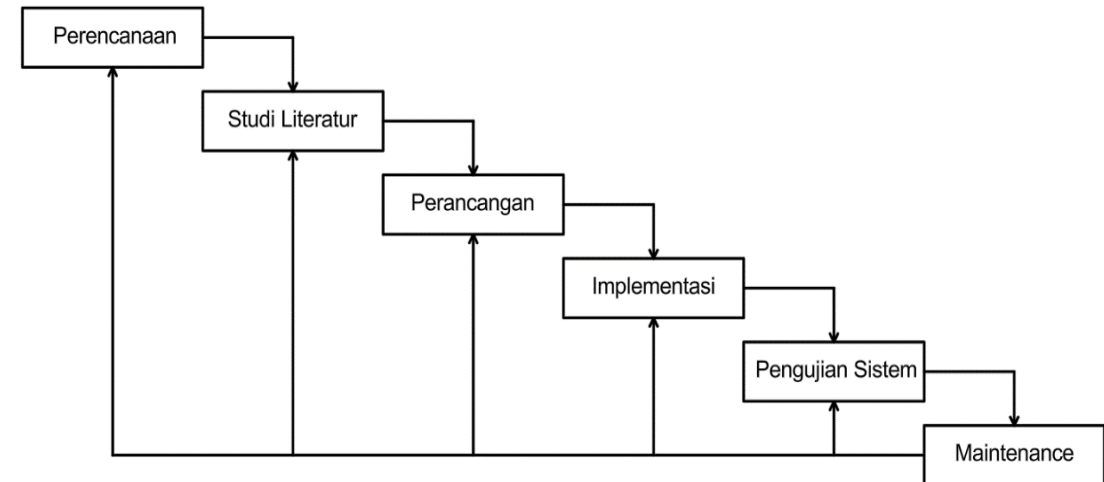
RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana cara mengintegrasikan dan menyesuaikan kecepatan pompa CIP yang sudah terinstal agar dapat beroperasi sesuai dengan program CIP mesin Sanko yang baru?
2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol proses CIP menggunakan software yang tepat untuk mengoptimalkan keseluruhan proses?

METODE

Model Pengembangan: Waterfall

- 1. Perencanaan** : Menentukan tujuan, strategi, dan aktivitas untuk mencapai sasaran penelitian sistem CIP berbasis IoT.
- 2. Studi Literatur** : Pengkajian sumber relevan: NodeMCU ESP8266, Inverter Danfoss FC 202, sistem CIP, dan web monitoring.
- 3. Perancangan** : Desain hardware (wiring), interface website (PHP+MySQL+XAMPP), identifikasi input-proses-output sistem.
- 4. Implementasi** : Perakitan hardware (NodeMCU, Relay, Inverter), pemrograman firmware Arduino IDE, dan deployment web.
- 5. Pengujian** : Uji tanpa beban → uji dengan pompa & air, kalibrasi flowmeter, verifikasi relay switching & web dashboard.



PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Hardware

- Persiapan dan pengecekan visual semua komponen (NodeMCU, Relay, Inverter, Kabel)
- Menghubungkan NodeMCU ke modul relay sesuai peta pin GPIO
- Menghubungkan output relay ke terminal I/O inverter Danfoss dan lampu indikator
- Pengujian kontinuitas dengan multimeter, untuk memastikan tidak ada short circuit sebelum daya dinyalakan.

Konfigurasi Software

- Setup Arduino IDE: menambahkan board ESP8266, mengatur port COM, dan kecepatan upload 115200 bps.
- Install library: ESP8266WiFi, ESP8266WebServer, dan ArduinoJson melalui Library Manager.
- Upload firmware ke NodeMCU, lalu catat IP Address yang muncul di Serial Monitor.
- Masukkan IP Address tersebut ke baris konfigurasi pada kode program web (PHP).
- Aktifkan XAMPP, buka browser, dan akses dashboard web untuk mulai pengujian.

HASIL

Komponen Hardware

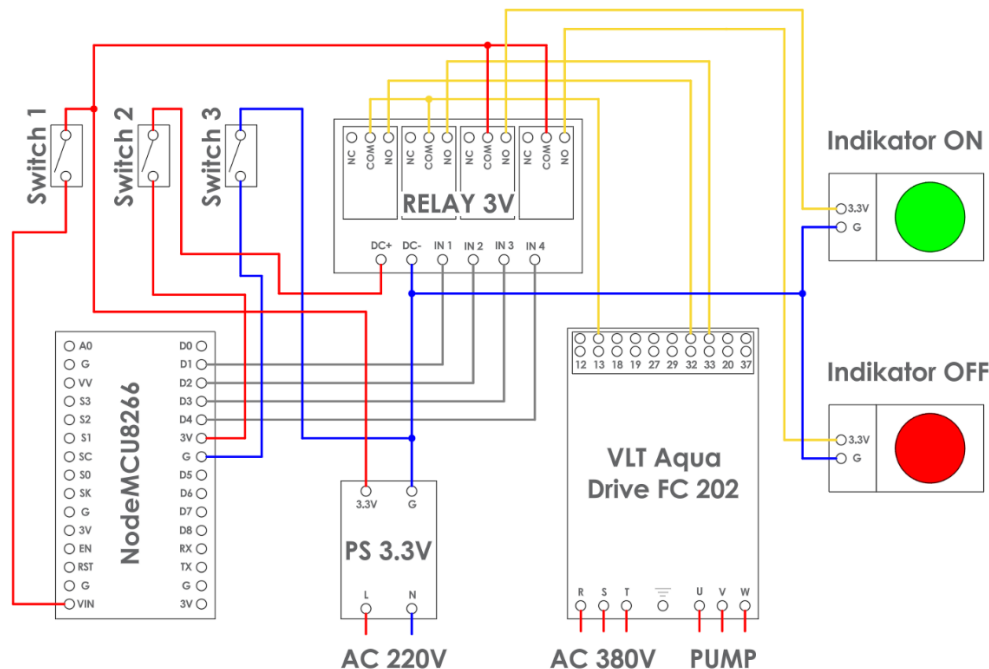
Komponen	Spesifikasi / Keterangan
NodeMCU ESP8266	Prosesor 80 MHz, RAM 128 KB, Flash 4 MB, WiFi 802.11 b/g/n (2.4 GHz), 11 pin GPIO, 3.3V
Modul Relay 4 Channel	Input: 3.3V/5V TTL dari GPIO NodeMCU Output: 250VAC / 30VDC, 10A per channel
Inverter Danfoss	VLT Aqua Drive FC 202 – pengatur kecepatan pompa melalui sinyal relay
Pendukung Lainnya	Kabel jumper, kabel power, PCB mounting, box housing, solder set, multimeter

Komponen Software

Komponen Software	Fungsi
Arduino IDE	Programming dan upload firmware ke NodeMCU ESP8266
Library ESP8266	ESP8266WiFi (koneksi WiFi) ESP8266WebServer (web server lokal) ArduinoJson (parsing data)
PHP + MySQL	Backend (logika program) sistem dan database untuk data logging
Bootstrap + XAMPP	Frontend web dashboard dan local web server

HASIL

Diagram Koneksi (Wiring)



Koneksi utama menghubungkan NodeMCU ESP8266 ke Modul Relay 4 Channel, lalu diteruskan ke Inverter Danfoss yang mengatur kecepatan pompa. Terdapat juga 3 switch tambahan untuk memutus daya saat proses upload program ke mikrokontroler.

Pin NodeMCU	Relay	Fungsi
D1 (GPIO5)	IN1 – Relay 1	Flowrate 15.000 l/h
D2 (GPIO4)	IN2 – Relay 2	Flowrate 8.000 l/h
D3 (GPIO0)	IN3 – Relay 3	Lampu Indikator ON
D4 (GPIO2)	IN4 – Relay 4	Lampu Indikator OFF
GND	GND Relay	Ground referensi bersama

HASIL

Hasil Pengujian Relay:

Kondisi	R1	R2	R3	R4	Status Pompa	Flowrate
System OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	-
Manual – Flowrate 1	ON	OFF	ON	OFF	Running	15.000 l/h
Manual – Flowrate 2	OFF	ON	ON	OFF	Running	8.000 l/h
Auto – Flowrate 1	ON	OFF	ON	OFF	Running	15.000 l/h
Auto – Flowrate 2	OFF	ON	ON	OFF	Running	8.000 l/h

Hasil Pengujian Fungsional Sistem:

Pengujian	Aspek yang Diuji	Hasil yang Diharapkan	Standar Lulus
Test 1	Konektivitas WiFi NodeMCU ke jaringan	NodeMCU terhubung dan mendapat IP address	Berhasil terhubung
Test 2	Akses Web Dashboard	Dashboard tampil dan responsif di browser	Halaman terbuka normal
Test 3	Mode Manual – Flowrate 1 (15.000 l/h)	Relay 1 & 3 ON, pompa jalan, respons < 2 detik	Waktu respons < 2 dtk
Test 4	Switch ke Flowrate 2 (8.000 l/h)	Relay berpindah otomatis tanpa pompa berhenti total	Transisi mulus, interlock aktif
Test 5	Stop Manual	Semua relay OFF kecuali Relay 4, pompa berhenti	Sistem berhenti total
Test 6	Mode Otomatis (3 Siklus × 7 detik = 21 detik)	Urutan fase berjalan otomatis dan berhenti sendiri	Selesai tepat 21 detik
Test 7	Data Logging & Filter Historis	Semua event tercatat dengan timestamp akurat, filter berfungsi	Query < 2 dtk / 1000 data

PEMBAHASAN

Detail Urutan Mode Otomatis

Pada mode otomatis, sistem menjalankan 3 siklus secara berurutan. Setiap siklus terdiri dari 4 fase dengan total durasi 7 detik per siklus (total 21 detik):

- Fase 1 – Flowrate 1 (15.000 l/h) selama 1 detik
- Fase 2 – Flowrate 2 (8.000 l/h) selama 2 detik
- Fase 3 – Flowrate 1 (15.000 l/h) selama 3 detik
- Fase 4 – Flowrate 2 (8.000 l/h) selama 1 detik

Setelah 3 siklus selesai, sistem berhenti otomatis. Progress bar dan countdown timer di dashboard menampilkan perkembangan secara real-time.

Sistem menyimpan riwayat operasi ke dalam bagian Data Record yang ada pada tampilan web. Data yang dicatat meliputi:

- Timestamp setiap event (akurat hingga detik)
- Mode operasi: Manual atau Otomatis
- Durasi dan Status (Running/Stopped)

Dushboard web menyediakan fitur filter berdasarkan tanggal, mode operasi, dan status, serta fungsi pencarian dengan performa query < 2 detik untuk 1.000 data.

Fitur Data Logging

TEMUAN PENTING PENELITIAN

Sistem berhasil dibangun dan diuji dengan seluruh fungsi berjalan sesuai yang diharapkan. Keunggulan sistem:

- Efisiensi operasional: Mode otomatis mengurangi beban kerja operator hingga 60%.
- Konsistensi proses: Mengeliminasi human error pada proses CIP manual.
- Remote monitoring: Operator dapat memantau dan mengontrol sistem dari mana saja via browser.
- Data logging lengkap: Mendukung audit dan analisis proses secara digital.
- Skalabilitas: Sistem dapat dikembangkan dengan sensor tambahan (tekanan, suhu, konduktivitas), integrasi cloud (AWS IoT / Azure IoT Hub), dan machine learning untuk predictive maintenance.

MANFAAT PENELITIAN

- Bagi akademik → menambah referensi penerapan IoT untuk otomasi industri di lingkungan kampus/penelitian.
- Bagi industri → solusi monitoring CIP yang terjangkau berbasis NodeMCU sebagai alternatif sistem otomasi mahal.
- Bagi masyarakat → produk makanan & minuman lebih terjamin kebersihannya karena proses CIP lebih konsisten dan terstandar

REFERENSI

1. “Strategi Pengembangan,” PT Cisarua Mountain Dairy (Cimory). Accessed: Dec. 29, 2024. [Online]. Available: <https://cimory.com/developmentstrategy.php>
2. Y. M. Djaksana and K. Gunawan, “Perancangan Sistem Monitoring Dan Kontroling Pompa Air Berbasis Android,” Sintech (Science Inf. Technol. J., vol. 4, no. 2, pp. 146–154, 2021, doi: 10.31598
3. “Clean in Place (CIP),” Baker Pedia. Accessed: Dec. 30, 2024. [Online]. Available: <https://bakerpedia.com/processes/clean-in-place>
4. S. Supriyatna and S. Farizy, “Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Monitoring Berkas Pencairan Dana Berbasis Web Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD),” Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol., vol. 34, no. 3, pp. 1–8, 2020, doi: <https://doi.org/10.37277>.
5. K. Rosada, Sistem Kontrol Pompa Air Menggunakan Kontroler PID Berbasis Raspberry PI. Surabaya, 2017. [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/2420/>
6. M. Faris and A. Wisaksono, “Pengembangan Aplikasi E-Commerce Untuk Pemasaran Biji dan Bubuk Kopi Berbasis Web,” J. Janitra Inform. dan Sist. Inf., vol. 1, no. 1, pp. 61–72, 2021, doi: 10.25008/janitra.v1i1.116.
7. Moch. Bakhrul Ulum, Moch. Lutfi, and Arif Faizin, “Otomatisasi Pompa Air Menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IOT),” JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 6, no. 1, pp. 86–93, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4583
8. Panduan Operasi VLT AQUA Drive FC 202. 2018. [Online]. Available: www.DanfossDrives.com
9. Panduan Pemograman Drive VLT,” pp. 1–304, [Online]. Available: www.Danfoss.com

