UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
SIDOARJO

UMSIDA
DARI SINI PENCERAHAN BERSEMI

Perancangan dan Pembuatan Prototype Sistem Stasiun Pencucian Train Otomatis dengan Panel Surya sebagai Sumber Dayanya

Oleh:

Mochammad Hanif Al Muazzam

Shazana Dhiya Ayuni, S.ST., M.T., Dr., Ir. Jamaaluddin, MM. Dr. Izza Anshory, ST., MT.

Program Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

November 2026

Pendahuluan

1

Kebersihan kereta api

Perawatan rutin menjaga kenyamanan dan keselamatan penumpang kereta api.

2

Efisiensi air

PT KAI menerapkan Automatic Train Wash Plant (ATWP) untuk menekan konsumsi air baru.

3

ESP32-CAM

Mikrokontroler yang mampu mengenali visual dan warna, sehingga cocok untuk deteksi noda otomatis.

4

Energi surya

PLTS menjadi pilihan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

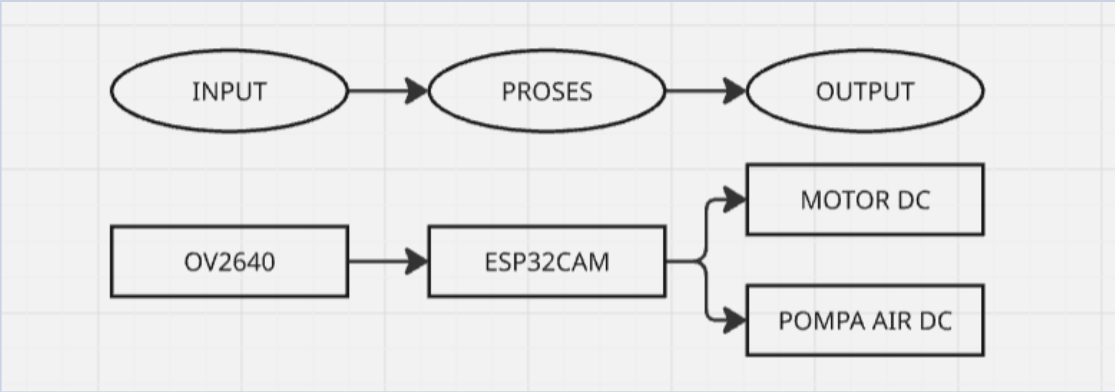
Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

1. Bagaimana merancang dan membuat prototipe sistem stasiun pencucian kereta otomatis berbasis ESP32-CAM?

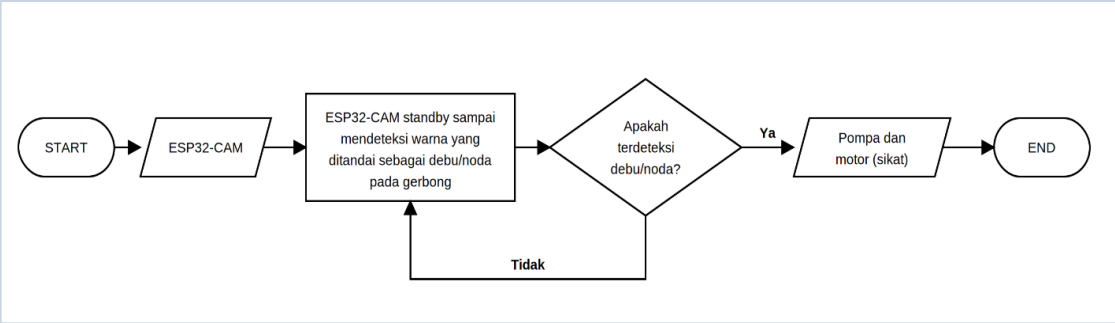
2. Seberapa besar keberhasilan sistem dalam mendeteksi objek “KOTOR” pada berbagai posisi peletakan?

3. Bagaimana kinerja panel surya 1 W dalam menyuplai kebutuhan daya sistem?

Metode (1): Alur Kerja Sistem



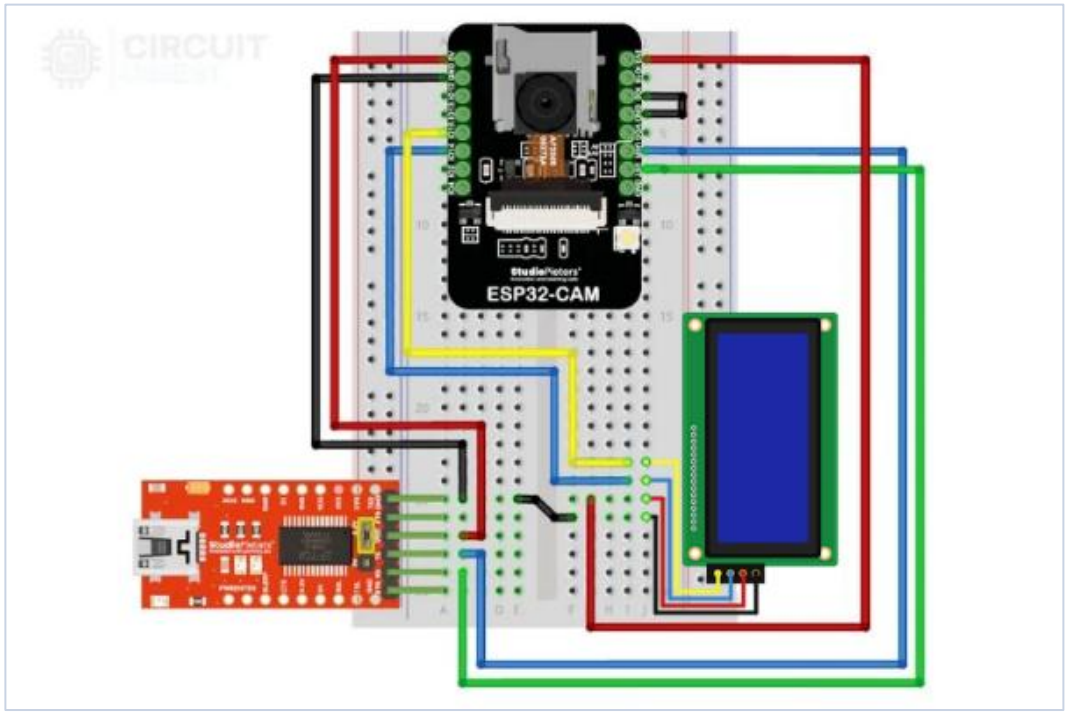
Gambar 1. Diagram blok sistem



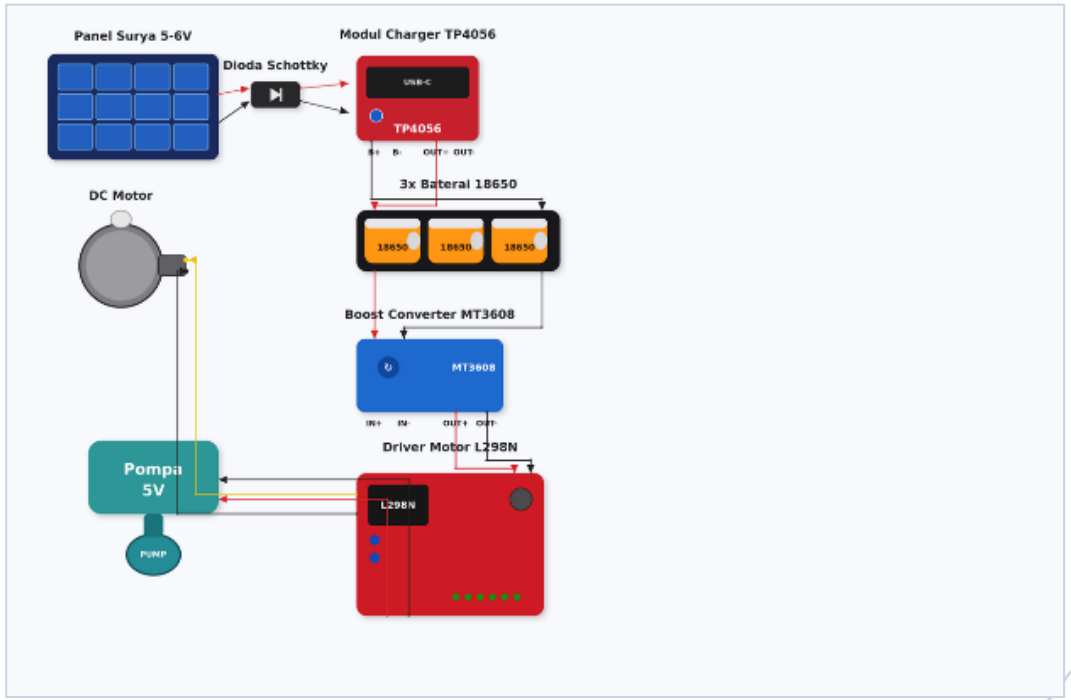
Gambar 2. Flowchart sistem

1. Kamera menangkap citra jalur lintasan gerbong
2. Model Edge Impulse pada ESP32-CAM mengklasifikasikan kondisi “KOTOR” atau bersih
3. Jika terdeteksi, pompa air dan motor DC (sikat) menyala selama 10 detik
4. Pengujian: 20 percobaan dengan tisu basah sebagai indikator noda

Metode (2): Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3a. Wiring sistem deteksi objek



Gambar 3b. Skema sistem daya

Hasil (1): Deteksi Objek “KOTOR”

Percobaan ke			
1	6	11	16
2	7	12	17
3	8	13	18
4	9	14	19
5	10	15	20

berhasil terdeteksi tidak berhasil terdeteksi

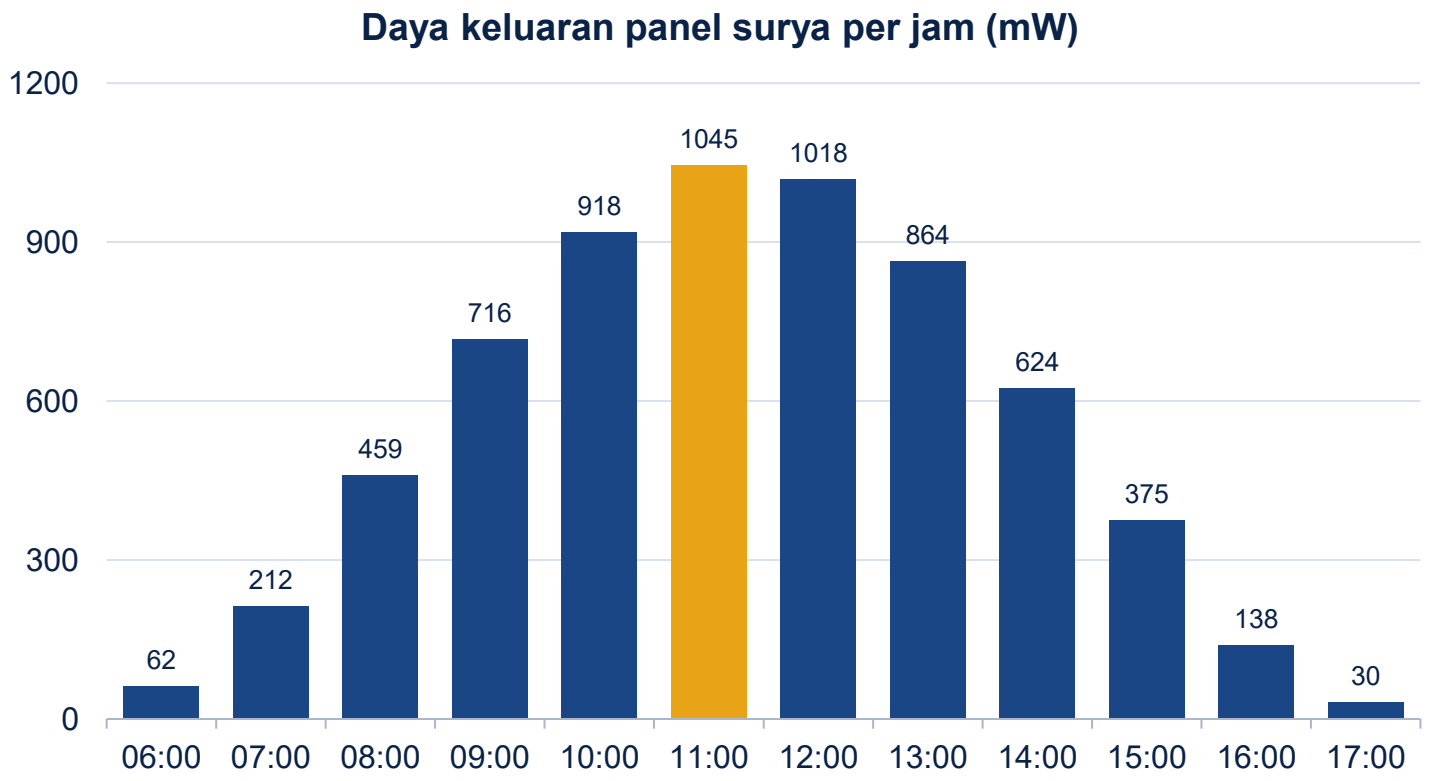
70%

Keberhasilan deteksi: 14 dari 20 percobaan

66%

F1 score model Edge Impulse sebagai nilai referensi

Hasil (2): Kinerja Panel Surya 1 W



1,045 W — Daya puncak pada pukul 11:00 WIB

5,5 V — Tegangan puncak saat terik maksimal (11:00–12:00)

190 mA — Arus puncak pada siang terik

Pembahasan

Deteksi objek “KOTOR”

- Akurasi 70% melampaui F1 score Edge Impulse (66%), dengan error rate 5,71%
- Keberhasilan tinggi saat posisi dan cahaya mirip dengan saat pengambilan sampel
- Menandai posisi pengambilan sampel meningkatkan keberhasilan

Sistem daya panel surya

- Energi harian ±6,46 Wh; ±5,17 Wh masuk baterai (efisiensi ±80%)
- Pengisian ±23% per hari dari 22,2 Wh; penuh dalam ±4–5 hari cerah
- Sistem bekerja ±11 jam tanpa sumber daya

Temuan Penting Penelitian

70%

keberhasilan deteksi objek “KOTOR” dalam 20 percobaan

5,71%

error rate terhadap F1 score model (66%)

6,46 Wh

energi harian panel surya 1 W dalam 12 jam

±23%

pengisian baterai per hari (22,2 Wh)

Cahaya dan posisi menentukan keberhasilan deteksi. Satu panel 1 W belum efisien untuk mengisi tiga baterai, sehingga perlu menambah panel atau mengurangi baterai.

Manfaat Penelitian

1

Efisiensi air dan energi

Otomatisasi pencucian dengan energi terbarukan pada perawatan sarana perkeretaapian.

2

Ramah lingkungan

Mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil melalui pemanfaatan PLTS.

3

Media pembelajaran

Prototipe skala laboratorium memudahkan mahasiswa mempelajari cara kerja sistem.

Referensi

[3] S. Witman, “Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering,” JURNAL TRITON, vol. 12, no. 1, pp. 20–28, 2021.

[5] T. Paryono et al., “Detecting Vehicle Numbers Using Google Lens-Based ESP32CAM to Read Number Characters,” MATRIK, vol. 22, no. 3, pp. 469–480, 2023.

[7] J. Jamaaluddin et al., “Design of Automatic Transfer Switch System Solar Power Plant-PLN,” JET-UMY, vol. 7, no. 2, 2023.

[8] S. D. Ayuni et al., “Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT,” Elinvo, vol. 6, no. 1, pp. 40–48, 2021.

[11] G. R. Auwali et al., “Alat Kontrol dan Pengaman Sepeda Motor Menggunakan ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian,” MALCOM, vol. 3, no. 2, pp. 219–229, 2023.

[12] H. Dietz et al., “ESP32-CAM as a programmable camera research platform,” IS&T Electronic Imaging, 2022.

[13] I. Anshory et al., “Monitoring solar heat intensity of dual axis solar tracker control system: New approach,” Case Studies in Thermal Engineering, vol. 53, 2024.

[15] J. Jamaaluddin et al., “Heat Transfer Management of Solar Power Plant for Dryer,” International Journal on Engineering Applications, vol. 12, no. 3, pp. 195–203, 2024.

Daftar referensi lengkap tersedia pada artikel.


UMSIDA
DARI SINI PENCERAHAN BERSEMI