

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KONDISI PANEL SURYA BERBASIS *ESP32-CAM* DAN MODEL *YOLOv8*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)
Pada Program Studi Teknik Informatika



Disusun Oleh :

Muhammad Choirul Anwar
NPM : 2213020110

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER (FTIK)
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

Skripsi Oleh :

Muhammad Choirul Anwar

NPM : 2213020110

Judul :

**Rancang Bangun Sistem Deteksi Kondisi Panel Surya Berbasis *ESP32-CAM*
dan Model *YOLOv8***

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 23 Juli 2026

Pembimbing I



Julian Sabertian, S.Pd., M.T
NIDN. 0707079001

Pembimbing II,



Ratih Kumalasari N, S.ST., M.Kom.
NIDN. 0710018501

Skripsi Oleh :

Muhammad Choirul Anwar

NPM : 2213020110

Judul :

**Rancang Bangun Sistem Deteksi Kondisi Panel Surya Berbasis *ESP32-CAM*
dan Model *YOLOv8***

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada tanggal : 14 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

- | | |
|---------------|-------------------------------------|
| 1. Ketua | : Julian Sahertian, S.Pd., M.T |
| 2. Penguji I | : Ratih Kumalasari N, S.ST., M.Kom. |
| 3. Penguji II | : Rony Heri Irawan, M.Kom. |



Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Sulistiono, M.Si
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Muhammad Choirul Anwar
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/ tanggal lahir : Kediri/2 Agustus 2004
Npm : 2213020110
Fakultas/prodi : Teknik dan ilmu komputer/Teknik informatika

Menyatakan dengan sebearnya,bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain,kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Kediri, 14 Juli 2026
Yang Menyatakan



Muhammad Choirul Anwar
NPM : 2213020110

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak hentihentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
2. Adik-adik saya, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, yang menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

RINGKASAN

Muhammad Choirul Anwar Rancang Bangun Sistem Deteksi Kondisi Panel Surya Berbasis ESP32-CAM dan Model YOLOv8, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2026

Kata Kunci : Panel Surya, ESP32-CAM, YOLOv8, *Frame Difference*, *Object Detection*.

Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring kondisi panel surya berbasis arsitektur *hybrid* dua tahap untuk mengidentifikasi 7 kelas kondisi secara *real-time* dan hemat *bandwidth*. Menggunakan model *Waterfall* dan metode kuantitatif, sistem diuji menggunakan dataset Roboflow sebanyak 6.218 citra yang mencakup kelas *Bird Drop*, *Defective*, *Dust*, *Leaf*, *Non-Defective*, *Physical Damage*, dan *Snow*.

Hasil pengujian menunjukkan integrasi ESP32-CAM dengan metode *Frame Difference* sebagai *pre-detector* lokal sukses memangkas transmisi data dengan hanya mengirimkan frame anomali ke server. Pada server, model YOLOv8 Nano (~6,2 MB) berhasil melakukan klasifikasi multi-kelas dengan waktu inferensi cepat 85,4 ms/frame pada CPU laptop menengah. Evaluasi sistem menghasilkan presisi 72,80%, *recall* 68,66%, *F1-Score* 70,67%, dan *mAP50* 68,13%, membuktikan sistem ini andal, responsif, dan efisien untuk monitoring nirkabel.

PRAKATA

Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya atas perkenaan-Nya tugas penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “Rancang bangun sistem deteksi kondisi panel surya berbasis *esp32-cam* dan model *YOLOv8*” ini ditulis guna memenuhi sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer, pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Pada Kesempatan ini diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. Selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang selalu memberikan dorongan motivasi kepada mahasiswa.
2. Dr. Sulistiono, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer yang selalu memberikan dukungan moral kepada mahasiswa.
3. Risa Helilintar, M.Kom. Ketua Program Studi Teknik Informatika yang selalu memberikan arahan kepada mahasiswa.
4. Julian Sahertian, S.Pd., M.T Selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingannya.
5. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
6. Ucapan Terima Kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak menyelesaikan proposal skripsi ini.

Disadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan tegur, kritik, dan saran-saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Disertai harapan semoga proposal skripsi ini ada manfaat bagi kita semua, khususnya bagi dunia pendidikan .

Kediri, 14 Juli 2026

Muhammad Choirul Anwar
NPM. 2213020110

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN RINGKASAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Rumusan Masalah	2
D. Batasan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	3
F. Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
A. Teori dan Penelitian Terdahulu	5
B. Kerangka Berpikir	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
A. Desain Penelitian	16
B. Instrumen Penelitian	19
C. Tempat Dan Jadwal Penelitian	22
D. Objek Penelitian / Subjek Penelitian	22
E. Prosedur Penelitian	24

F. Teknik Analisis Data.....	25
BAB IV	40
A. Hasil Penelitian	40
B. Pembahasan.....	60
BAB V PENUTUP.....	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	19
Tabel 3.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	19
Tabel 3.3 <i>Dataset</i>	20
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian.....	22
Tabel 3.5 <i>Dataset</i> Panel Surya	26
Tabel 3.6 Citra Panel Surya Label	31
Tabel 4.1 Pengujian Fungsi <i>Streaming</i>	45
Tabel 4.2 Pengujian Fungsi <i>Frame Difference</i>	46
Tabel 4.3 Pengujian Fungsi <i>YOLOv8</i>	47
Tabel 4.4 Pengujian Fungsi <i>Monitoring</i>	47
Tabel 4.4 <i>Black Box – Dashboard Monitoring</i>	48
Tabel 4.5 <i>Black Box – Image Detection</i>	49
Tabel 4.6 <i>Black Box – Video Detection</i>	50
Tabel 4.7 <i>Black Box – Camera Detection</i>	50
Tabel 4.8 Pengujian Waktu Respon Sistem	50
Tabel 4.9 Pengujian Stabilitas Sistem.....	52
Tabel 4.10 Pengujian Waktu Respon Sistem	52
Tabel 4.11 Rangkuman <i>Matrix</i> Evaluasi.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur <i>Deep Convolutional Neural Network</i>	6
Gambar 2.2 Arsitektur <i>YOLOv8</i>	8
Gambar 2.3 Kerangka Berpikir	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart Waterfall</i>	25
Gambar 3.2 <i>Diagram Use Case</i>	25
Gambar 3.3 <i>Activity Diagram</i> Sistem	26
Gambar 3.4 <i>Activity Diagram ESP32-CAM</i>	27
Gambar 3.5 <i>Activity Diagram YOLOv8</i>	28
Gambar 3.6 <i>Sequence Diagram</i>	29
Gambar 3.7 Alur Sistem.....	29
Gambar 3.8 <i>Class Diagram</i> (<i>Diagram Kelas</i>)	31
Gambar 3.9 Desain Antarmuka Pengguna	33
Gambar 4.1 Lembar Kerja <i>Navigation</i>	40
Gambar 4.2 Lembar Kerja <i>Dashboard</i>	41
Gambar 4.3 Lembar Kerja <i>Image Detection</i>	41
Gambar 4.4 Lembar Kerja <i>Video Detection</i>	42
Gambar 4.5 Lembar Kerja <i>Camera Detection</i>	42
Gambar 4.6 <i>Confusion Matrixs</i>	54
Gambar 4.7 Hasil Deteksi Objek <i>Dust</i> dan <i>Leaf</i>	57
Gambar 4.8 Hasil Deteksi <i>Physical Damage</i>	58
Gambar 4.9 <i>Monitoring Real-Time</i> Menggunakan <i>ESP32-CAM</i>	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Citra Panel	67
Lampiran 2 Lembar Bimbingan	68
Lampiran 3 Lembar Revisi	73
Lampiran 4 Lembar Similarity	74
Lampiran 5 Lembar Ba Skripsi	76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan karena ramah lingkungan dan memiliki potensi besar untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Panel surya sebagai perangkat utama dalam pemanfaatan energi ini harus berada dalam kondisi optimal agar mampu menghasilkan daya secara maksimal (Effendi et al., 2024). Perawatan dan pemantauan kondisi panel surya menjadi aspek penting untuk menjamin performa sistem, terutama pada instalasi yang digunakan dalam jangka panjang.

Permasalahan yang muncul adalah kerusakan fisik seperti retak, goresan, *shading*, hingga penumpukan debu yang dapat menyebabkan penurunan efisiensi panel surya (Wulan et al., 2025). Banyak sistem deteksi berbasis *computer vision* membutuhkan perangkat berkinerja tinggi seperti GPU ataupun komputer spesifikasi besar untuk menjalankan model deteksi *modern* (Prasetya et al., 2024). Kondisi ini menyebabkan implementasi *monitoring* visual menjadi kurang terjangkau dan sulit diterapkan pada lingkungan dengan keterbatasan sumber daya komputasi.

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan *deep learning* untuk mendeteksi kerusakan panel surya. Studi oleh (Wiliani et al., 2025) menggunakan metode peningkatan kontras, yaitu *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) yang berfokus pada tahap *preprocessing* untuk memperjelas ciri kerusakan sebelum diklasifikasi. Penelitian lain oleh (Prasetya et al., 2024) berhasil mencapai *precision* di atas 85%. Namun, kedua penelitian tersebut dijalankan pada *platform* komputasi berbasis GPU yang membutuhkan daya dan biaya tinggi.

Di sisi lain, penggunaan perangkat *IoT* seperti *ESP32-CAM* telah banyak diteliti sebagai media deteksi objek ringan. Penelitian oleh (Pratama & Laksmiati, 2024) menunjukkan bahwa *ESP32-CAM* dapat menjalankan model

deteksi sederhana seperti *YOLOv8* untuk aplikasi *real-time*, meskipun dengan keterbatasan kapasitas komputasi. Hal yang sama ditemukan dalam penelitian (Auliya et al., 2023), di mana *ESP32-CAM* dinyatakan layak untuk sistem *monitoring* berbasis *computer vision* skala kecil, namun belum diterapkan secara spesifik pada deteksi panel surya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sistem deteksi kondisi panel surya yang bersifat ringan, *real-time*, dan dapat berjalan pada perangkat rendah daya seperti *ESP32-CAM*. Penelitian ini mengusulkan implementasi sistem deteksi berbasis arsitektur *hybrid* dua tahap, di mana *ESP32-CAM* berfungsi sebagai modul akuisisi citra sekaligus melakukan deteksi ringan awal (*lightweight pre-detection*) seperti deteksi gerakan atau keberadaan objek abnormal di permukaan panel. Jika terdeteksi adanya perubahan atau objek, *ESP32-CAM* akan mengirimkan *video stream* ke komputer *edge* (laptop) untuk diproses lebih lanjut dengan model *YOLOv8* yang telah dilatih untuk melakukan klasifikasi detail ke dalam 7 kelas kondisi panel. Dengan pendekatan ini, sistem *monitoring* panel surya diharapkan menjadi lebih efisien dalam penggunaan bandwidth dan daya, serta lebih responsif dalam mendeteksi anomali secara *real-time*.

B. Identifikasi Masalah

Belum tersedianya sistem deteksi kondisi panel surya yang menerapkan pendekatan deteksi *hybrid* dua tahap, di mana *ESP32-CAM* berperan sebagai *pre-detector* ringan dan *YOLOv8* sebagai *classifier* akurat. Integrasi ini diharapkan dapat mengurangi beban komputasi dan bandwidth dengan hanya mengirimkan *frame* yang relevan ke laptop.

C. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang didapatkan yaitu:

1. Bagaimana merancang dan mengintegrasikan sistem deteksi kondisi panel surya yang terdiri dari modul *ESP32-CAM* sebagai *pre-detector* ringan dan aplikasi komputer berbasis *YOLOv8* sebagai penerima dan pemroses utama *YOLOv8*?

2. Bagaimana kinerja model *YOLOv8* dalam mendeteksi kondisi panel surya pada perangkat komputasi ringan secara *real-time*?

D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan terfokus, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut

1. Penelitian hanya difokuskan pada deteksi kondisi panel surya berupa kotoran burung, cacat, debu, daun, tidak cacat, kerusakan fisik, dan salju.
2. Metode deteksi menggunakan model *YOLOv8* yang dioptimalkan untuk komputasi ringan.
3. *Hardware* utama menggunakan *ESP32-CAM* sebagai perangkat pemrosesan visual
4. Lokasi pengujian dilakukan pada instalasi panel surya skala kecil.
5. Pengujian dilakukan dalam kondisi pencahayaan siang hari yang cukup.
6. Sistem hanya memberikan *output* berupa hasil deteksi visual, tanpa perhitungan efisiensi daya listrik.
7. Hasil akhir penelitian berupa *prototype* sistem deteksi kondisi panel surya yang dapat beroperasi secara *real-time* dengan notifikasi jika ditemukan anomali.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasikan sistem *monitoring* panel surya berbasis arsitektur *hybrid* dengan pemrosesan tingkat awal pada *ESP32-CAM* untuk efisiensi pengiriman data dan inferensi utama menggunakan *YOLOv8* di laptop
2. Menyediakan evaluasi kinerja *YOLOv8* pada perangkat komputasi rendah daya sebagai referensi bagi penelitian *edge-computing* dan *computer vision*.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam pengembangan teknologi *monitoring* panel surya yang lebih efisien dan terjangkau melalui pemanfaatan *ESP32-CAM* sebagai perangkat pendeteksi awal visual. Sistem

yang dirancang dapat menjadi solusi alternatif bagi instalasi panel surya skala kecil maupun menengah yang membutuhkan deteksi kondisi secara *real-time* tanpa ketergantungan pada perangkat komputasi tinggi. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan metode *computer vision* pada perangkat komputasi ringan, khususnya dalam implementasi model *YOLOv8* pada *edge device*, sehingga dapat mendorong penelitian lanjutan dalam bidang energi terbarukan, *IoT*, dan *edge-AI*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, N. M., Anshory, I., Ayuni, S. D., & Sulistiyowati, I. (2025). *Journal of renewable energy, electronics and control*. 18–26.
<https://doi.org/10.31284/j.JREEC.2025.v51i>
- Andi, N. F., Andi, & Nuran, S. (2025). Optimalisasi Deteksi Kerusakan Elektrikal Panel Surya dengan Transfer *Learning* dan Augmentasi Terkontrol berbasis YOLOv8. *Journal of Multidisciplinary Electrical & Electronics Engineering*, 8698, 1–10.
- Apridiansyah, Y., Wijaya, A., Toyib, R., & Setiawan, A. (2024). *JOURNAL OF APPLIED COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY (JACOST)* Pengolahan Citra Berbasis Video Proccesing dengan Metode Frame Difference untuk Deteksi Gerak. 5(1), 81–89.
- Ardiansyah, M., Firmansyah, D., & Putra, H. (2022). Implementasi ESP32-CAM untuk Sistem *Monitoring* Visual Berbasis *IoT*. *Jurnal Informatika Global*, 10(1). <https://journal.globalinformatika.ac.id/index.php/jig/article/view/1189>
- Assalam, I. F., & Muhammad, U. (2024). Evaluasi Degradasi dan Performa Panel Surya Multikristal di Kondisi Iklim Tropis dengan Translasi IEC 60891. *Journal Of Electrical Engginering (Joule)*, 5(1), 28–35.
- Auliya, K., Yusfi, M., & Rasyid, R. (2023). Sistem Pemantauan *Slot* Parkir Menggunakan Sensor Ultrasonik JSN-SR04T dan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan dengan ESP32-CAM. *Jurnal Fisika Unand*, 12(4), 534–540.
- Awaludin, I., Fadhil, M., & Zulfikor, M. A. Z. (2022). Analisis Kinerja ResNet-50 dalam Klasifikasi Penyakit pada Daun Kopi Robusta. *JURNAL INFORMATIKA*, 9(2), 116–122.
- Berliana, V. T., & Totok, D. (2024). Departemen Akuntansi Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro. *DIPONEGORO JOURNAL OF ACCOUNTING*, 13(2022), 1–15.
- Cahyanti, M. (2023). *SISTEM PENDETEKSI PLAT NOMOR POLISI KENDARAAN DENGAN ARSITEKTUR YOLOV8*. 27(2), 753–761.
<https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i2.2374>
- Effendi, N. E., Heru Abrianto, & Sidik, A. D. (2024). ANALISA PENGARUH KONDISI PANEL SURYA KOTOR DENGAN PANEL SURYA BERSIH TERHADAP ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN. *Jurnal Cahaya Mandalika (JCM)*, 1025–1040.
- Nugroho, A. M., Mustafidah, H., & Fitriani, M. A. (2025). pada Klasifikasi Citra Panel Surya Bersih dan Berdebu. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 12(4), 433–442. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v12i4.8688>

- Nurul, I., Sutiyo, W. P., & Ari, R. (2022). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *MONITORING* KEAMANAN TOKO BERBASIS INTERNET OF *THINGS* (*IOT*) DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER *ESP32-CAM*. *Jurnal Informatika – COMPUTING*, 09, 70–79.
- Prasetya, I. A., Sukandaryah, F., Fitri, N. A., & Adam, S. (2024). KLASIFIKASI KUALITAS BUAH JERUK MENGGUNAKAN *COMPUTER VISION* DENGAN ARSITEKTUR *YOLO V8*. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 13(2), 187–201. <https://doi.org/10.31571/saintek.v13i2.8346>
- Pratama, M. R., & Laksmiati, D. (2024). Prototipe Sistem Deteksi Burung Menggunakan *ESP32-Cam* dan Algoritma *YOLO*. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 27(November), 78–87.
- Setiawan, R. A., & Setyanto, A. (2024). Evaluasi *Trade-off* Akurasi dan Kecepatan *YOLOv5* dalam Deteksi Kebakaran pada *Edge Devices*. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(11), 4647–4655.
- Tresya, A. D., Sherwin, R. U. . S., & Meicsy E.I, N. (2021). *Computer Vision Implementation for Detection and Counting the Number of Humans*. *Jurnal Teknik Informatika*, 16(1), 65–76.
- Wibowo, M., Tullah, R., Ricesa, W., & Informatika, P. T. (2025). Studi Perbandingan Algoritma *YOLO* dan *FOMO* untuk *Object Detection* pada Perangkat *ESP32-CAM*. *Informatics And Security*, 11(1), 44–54.
- Widia, K., Rahmiani, & Yoffi, A. (2023). (*PLTS*) *Against Solar Irradiation Using a Solar Power Meter*. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 12(3), 189–193.
- Wiliani, N., Khawa, T., & Ramli, S. (2025). *Peningkatan Kontras Pada Preprocessing Gambar Permukaan Solar Panel dengan Histogram*. 2(1), 1–8.
- Wulan, A., Pradipta, D. A., & Wirabrata, A. (2025). *TRANSISI ENERGI DI DAERAH TERPENCIL : STUDI KASUS IMPLEMENTASI SISTEM HYBRID PLTS-PLTD DI TEMAJO, KALIMANTAN BARAT*. 270–276.
- Yuliany, S., & Rachman, A. N. (2022). Implementasi *Deep Learning* pada Sistem Klasifikasi Hama Tanaman Padi Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (*CNN*). *Jurnal Buana Informatika*, 13(April), 54–65.