



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMILAHAN,
EFISIENSI DAN MONITORING KAPASITAS
PENYIMPANAN TEMPAT SAMPAH PINTAR
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Sub-Judul:

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMILAH SAMPAH
OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN
MACHINE LEARNING MENGGUNAKAN
ALGORITMA YOLO11**

SKRIPSI

Muhammad Zharfan khalisindra

2207421018

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMILAH SAMPAH
OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN
MACHINE LEARNING MENGGUNAKAN
ALGORITMA YOLO11**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat – Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

Muhammad Zharfan khalisindra

2207421018

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zharfan
NIM : 2207421018
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer /
Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul skripsi : Rancang Bangun Sistem Pemilah Sampah Otomatis
Berdasarkan Internet of Things dan Machine Learning
Menggunakan Algoritma YOLO11

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 9 Juni 2026

Yang membuat pernyataan



Muhammad Zharfan Khalisindra

NIM. 2207421018

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhammad Zharfan Khalisindra

NIM : 2207421018

Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Jumat
Tanggal 26 Bulan Juni Tahun 2026 dan
dinyatakan LULUS.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Chandra Wirawan, S.Kom., M.Kom.

Penguji I : Dr. Indra Hermawan, S.Kom., M.Kom.

Penguji II : Maria Agustin, S.Kom., M.Kom.

Penguji III : Ariawan Andi Suhandana, S.Kom., M.T.I.

Mengetahui :

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer
Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, pertolongan, dan kemudahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet of Things dan Machine Learning Menggunakan Algoritma YOLO11”. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, dan segala bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala kekuatan, petunjuk, dan kemudahan yang diberikan kepada penulis.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta menjadi alasan penulis untuk terus berusaha menyelesaikan pendidikan ini.
3. Bapak Chandra Wirawan, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta kepercayaan dan ruang bagi penulis untuk belajar dan berproses dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
4. Irfan Apriliano selaku rekan kelompok penulis yang bersedia bekerja sama dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Orang-orang berharga yang telah memberikan nasihat, semangat, dan keyakinan kepada penulis untuk tetap menyelesaikan proses ini.
6. Seluruh dosen, civitas akademika Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, serta teman-teman seperjuangan yang telah memberikan ilmu, pengalaman, bantuan, dan dukungan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diterima. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi dalam pengembangan teknologi Internet of Things, khususnya pada bidang sistem monitoring lingkungan.

Depok, 9 Juni 2026

Muhammad Zharfan Khalisindra



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah

ini

Nama

: Muhammad Zharfan khalisindra

NIM

: 2207421018

Jurusan / Program Studi

: Teknik Informatika dan Komputer /
Teknik Multimedia dan Jaringan

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Rancang Bangun Sistem Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet of Things dan Machine Learning Menggunakan Algoritma YOLO11

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 9 Juni 2026

menyatakan,



Muhammad Zharfan Khalisindra

NIM. 2207421018

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rancang Bangun Sistem Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet of Things dan Machine Learning Menggunakan Algoritma YOLOv11

ABSTRAK

Manajemen limbah rumah tangga memerlukan pemisahan spesifik, khususnya komoditas kaca dari anorganik demi keamanan daur ulang. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan tempat sampah pintar (*smart trash bin*) pemilah otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dan *Machine Learning* YOLOv11 dengan arsitektur *hybrid Edge-to-Cloud*. Raspberry Pi di sisi lokal bertindak sebagai unit *edge* untuk mengolah sensor ultrasonik HC-SR04 dan kamera USB, lalu mengirim citra via HTTP ke Virtual Private Server (VPS). Di dalam VPS, komputasi *Two-Stage* dieksekusi secara sekuensial: Stage 1 menggunakan YOLOv11 Nano untuk lokalisasi objek (*object detection*), dilanjutkan pemotongan citra dinamis ke Stage 2 menggunakan YOLOv11 Medium untuk klasifikasi (*image classification*) menjadi kelas organik, anorganik, dan kaca. Data hasil keputusan dikirim kembali ke perangkat lokal untuk menggerakkan aktuator *dual-servo* MG996R via *hardware-timed* PWM dengan pustaka pigpio. Hasil pengujian pasca-*fine-tuning* menunjukkan peningkatan performa yang sangat baik pada model deteksi maupun klasifikasi. Uji coba objek nyata membuktikan sistem mampu memilah sampah secara akurat dengan galat minor akibat kemiripan visual objek transparan. Evaluasi perangkat keras menunjukkan sensor jarak dan servo berfungsi presisi. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memilah sampah secara otomatis, sinkron, dan responsif.

Kata Kunci: *Anorganik, Kaca, Organik, Raspberry Pi, Two-Stage Detector, YOLOv11.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Sejenis	6
2.2 Internet of Things (IoT)	9
2.3 Machine Learning	9
2.4 Tempat Sampah Pintar (Smart Trash Bin).....	9
2.5 Raspberry Pi.....	10
2.6 Sensor Ultrasonik HC SR04 dan Sensor Visual Kamera	10
2.7 Algoritma YOLOv11 dan Skema Two Stage Detector	10
2.8 Layanan Komputasi Virtual Private Server.....	11
2.9 Aktuator Motor Servo MG996R dan Kendali Sinyal PWM	11
2.10 Tahapan Anotasi Data Citra Digital	11
2.11 <i>Data Preprocessing</i> Citra Digital	12
2.12 Augmentasi Data Visual Citra	12
2.13 Analisis Performa Model YOLOv11	12
2.14 Teori Pengujian dan Validasi Kinerja Sistem Eksperimental	13



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.15 K-Fold Cross-Validation dengan nilai $k = 3$	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Rancangan Penelitian	15
3.2 Tahapan Penelitian	16
3.3 Objek Penelitian	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Analisis Kebutuhan	18
4.1.1 Analisis Kebutuhan Hardware.....	18
4.1.2 Analisis Kebutuhan Sistem	19
4.2 Perancangan Sistem	19
4.2.1 Diagram Blok	21
4.2.2 Flowchart Sistem	23
4.2.3 Perancangan Pelatihan Algoritma YOLO	24
4.2.4 Perancangan Implementasi Algoritma YOLOv11 di VPS (<i>Virtual Private Server</i>)	24
4.2.5 Perancangan Implementasi Hardware.....	25
4.3 Implementasi Sistem	26
4.3.1 Implementasi Pelatihan Algoritma YOLOv11	26
4.3.1.1 Data Acquisition.....	27
4.3.1.2 Data Annotation	28
4.3.1.3 Data Preprocessing.....	28
4.3.1.4 Data Augmentation.....	30
4.3.1.5 Data Training.....	30
4.3.1.6 Analisis Kinerja.....	31
4.3.2 Implementasi Hardware	40
4.3.2.1 Implementasi Model YOLOv11 <i>Two-Stage</i> Untuk Komputasi di Server	41
4.3.2.2 Implementasi Komunikasi Server dengan Raspberry PI	42
4.3.2.3 Implementasi Konfigurasi Alamat Jaringan pada Raspberry Pi	42
4.3.2.4 Implementasi Mekanisme dan Posisi Sudut Motor Servo	43
4.4 Pengujian.....	46
4.4.1 Deskripsi Pengujian	47



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2	Prosedur Pengujian	47
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	47
4.4.3.1	Pengujian Fungsionalitas Sistem	48
4.4.3.2	Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik.....	49
4.4.3.3	Pengujian Akurasi Servo MG996R Pemilah Untuk Anorganik.....	51
4.4.3.4	Pengujian Akurasi Servo MG996R Pemilah Untuk Organik.....	52
4.4.3.5	Pengujian Akurasi Servo MG996R Pemilah Untuk Kaca	54
4.4.3.6	Pengujian Akurasi Servo MG996R Penuang Untuk Anorganik	54
4.4.3.7	Pengujian Akurasi Servo MG996R Penuang Untuk Organik	55
4.4.3.8	Pengujian Akurasi Servo MG996R Penuang Untuk Kaca.....	56
4.4.3.9	Pengujian QoS Komunikasi Server ke Raspberry Pi.....	57
4.4.3.10	Pengujian Algoritma <i>Two-Stage</i> YOLOv11 Clasification	60
4.4.3.11	Pengujian K-Fold Cross Validation Algoritma <i>Two-Stage</i> YOLOv11	69
4.4.3.12	Pengujian Algoritma <i>Two-Stage</i> YOLOv11 Detection	69
4.4.3.13	Pengujian Akurasi Algoritma <i>Two-Stage</i> YOLOv11 dengan pencahayaan berbeda	71
4.4.3.13	Pengujian Akurasi Reliability Servo MG996R.....	75
BAB V	PENUTUP	77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran.....	78
DAFTAR	PUSTAKA.....	79
DAFTAR	RIWAYAT HIDUP.....	81
LAMPIRAN		82



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Confusion matrix.....	13
Gambar 3. 1 Tahapan penelitian.....	16
Gambar 4. 1 Perancangan Sistem.....	20
Gambar 4. 2 Diagram Blok	21
Gambar 4. 3 Flowchart Sistem.....	23
Gambar 4. 4 Perancangan Pelatihan Algoritma YOLO	24
Gambar 4. 5 Perancangan Implementasi Hardware	25
Gambar 4. 6 Data Acquisition.....	27
Gambar 4. 7 Data Annotation.....	28
Gambar 4. 8 Data Preprocessing.....	29
Gambar 4. 9 Data Augmentation.....	30
Gambar 4. 10 Analisis Kinerja	31
Gambar 4. 11 Metrics klasifikasi awal.....	33
Gambar 4. 12 confusion matrix klasifikasi fine tuning.....	34
Gambar 4. 13 metrics klasifikasi fine tuning	35
Gambar 4. 14 confusion metrics detection awal	36
Gambar 4. 15 hasil detection awal	37
Gambar 4. 16 confusion matriks fine tuning deteksi	38
Gambar 4. 17 hasil fine tuning deteksi.....	39
Gambar 4. 18 Implementasi Hardware	40
Gambar 4. 19 Implementasi Model YOLOv11 Two-Stage Untuk Komputasi di Server	41
Gambar 4. 20 Implementasi Server dengan Raspberry PI	42
Gambar 4. 21 Implementasi Konfigurasi Alamat Jaringan pada Raspberry Pi.....	42
Gambar 4. 22 servo stand by.....	43
Gambar 4. 23 servo anorganik	44
Gambar 4. 24 servo organik	45
Gambar 4. 25 servo kaca.....	46
Gambar 4. 26 testing dari sensor ultrasonik.....	51
Gambar 4. 27 Pengujian Akurasi servo dengan penggaris busur.....	51
Gambar 4. 28 Rekapitulasi QoS WIFI	58
Gambar 4. 29 Rekapitulasi QoS Hotspot.....	60
Gambar 4. 30 pengujian foto organik	60
Gambar 4.31 hasil output organik.....	61
Gambar 4. 32 foto anorganik	63
Gambar 4. 33 output anorganik.....	63
Gambar 4.34 gelas kaca	65
Gambar 4.35 hasil kaca.....	66
Gambar 4. 36 Pengujian pencahayaan terang	70
Gambar 4. 37 Pengujian pencahayaan gelap.....	70



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terkait	6
Tabel 4. 1 Analisis Kebutuhan hardware.....	18
Tabel 4. 2 Tabel Analisis Kebutuhan Sistem.....	19
Tabel 4. 3 Distribusi Dataset	27
Tabel 4. 4 Uji Fungsionalitas Sistem.....	48
Tabel 4. 5 Pengujian Sensor Ultrasonik	49
Tabel 4. 6 Pengujian Servo MG996R Pemilah Untuk Anorganik.....	52
Tabel 4. 7 Pengujian Servo MG996R Pemilah Untuk Organik	53
Tabel 4. 8 Pengujian Servo MG996R Pemilah Untuk Kaca	54
Tabel 4. 9 Pengujian Servo MG996R Penuang Untuk Anorganik	55
Tabel 4. 10 Pengujian Servo MG996R Penuang Untuk Organik.....	56
Tabel 4. 11 tabel pengujian penuang kaca.....	57
Tabel 4. 12 Pengujian QoS Komunikasi Server ke Raspberry Pi menggunakan WIFI	57
Tabel 4. 13 Pengujian QoS Komunikasi Server ke Raspberry Pi menggunakan Hotspot	59
Tabel 4.14 tabel hasil organik	61
Tabel 4.15 hasil anorganik	64
Tabel 4. 16 tabel kaca.....	66
Tabel 4. 17 data pengujian	68
Tabel 4. 18 pengujian confusion matrix	68
Tabel 4. 19 pengujian K-Fold.....	69
Tabel 4. 20 Total Pengujian pencahayaan	71
Tabel 4. 21 Pengujian cahaya terang.....	71
Tabel 4. 22 total pengujian Cahaya terang	73
Tabel 4. 23 pengujian Cahaya gelap	73
Tabel 4. 24 total pengujian cahaya gelap	74
Tabel 4. 25 Pengujian Reliability	75

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manajemen limbah hingga kini masih menjadi isu krusial di banyak daerah, hal ini yang disebabkan oleh peningkatan volume sampah rumah tangga serta minimnya inisiatif warga untuk memilah sampah langsung dari sumbernya. Ketidadaan proses pemilahan yang tepat membuat upaya daur ulang menjadi tidak optimal, sekaligus memperbesar tumpukan sampah yang bermuara di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Kondisi ini tentunya membawa risiko serius bagi keseimbangan ekosistem dan kesehatan masyarakat luas (Sari et al., 2022).

Di sisi lain, kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan perspektif baru untuk efisiensi penanganan limbah melalui inovasi tempat sampah cerdas (*smart trash bin*). Dengan mengintegrasikan sensor, modul kamera, dan jaringan internet, sistem ini memungkinkan pemantauan kapasitas secara *real-time* sekaligus mengotomatisasi pemilahan. Kendati demikian, mayoritas solusi yang beredar saat ini masih terpaku pada metode konvensional atau klasifikasi dasar yang seringkali gagal mengidentifikasi spesifikasi jenis sampah dengan presisi (Hermawan, I. et al., 2023).

Sistem klasifikasi tersebut diperkuat oleh Permen LHK Nomor 14 Tahun 2021, pada Pasal 6 ayat 4, manajemen tata kelola komoditas limbah bernilai ekonomis tidak sekadar memisahkan sampah ke dalam kategori makro. Pada praktiknya, kelompok sampah anorganik harus dipilah kembali secara lebih spesifik menjadi beberapa sub-kategori, di mana material kaca wajib ditempatkan ke dalam wadah pengelompokan tersendiri. Pemisahan khusus ini didasarkan pada karakteristik fisik komoditas kaca yang memerlukan perlakuan operasional serta alur logistik daur ulang yang jauh berbeda dan lebih berisiko dibandingkan material anorganik biasa seperti plastik atau kertas. Sebagai langkah awal implementasi, prototipe tempat sampah pintar ini diuji coba di lingkungan Gedung TIK Politeknik Negeri Jakarta dengan mengadopsi standar pemisahan sub-kategori sampah yang ditemukan pada observasi tersebut.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penerapan *Machine Learning*, terutama dalam ranah pengolahan citra digital, menghadirkan pendekatan yang lebih adaptif dan cerdas untuk klasifikasi sampah otomatis multi-kelas tersebut. Algoritma ini dirancang untuk mendeteksi pola visual unik pada objek, sehingga akurasi pemilahan dapat meningkat secara signifikan bahkan untuk membedakan sub-kategori anorganik seperti kaca. Integrasi antara kecerdasan buatan dan infrastruktur IoT ini dirancang untuk menciptakan sistem pemilahan yang otomatis, responsif, dan presisi. (Dubey, P et al., 2024).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan serta implementasi sistem pemilahan sampah berbasis IoT yang diperkuat oleh metode *Machine Learning* menggunakan arsitektur *Two-Stage Detector* YOLOv11 untuk mengklasifikasikan sampah organik, anorganik, dan kaca secara spesifik (Setiawan dan Rachmawanto, 2025).. Solusi ini diharapkan mampu mengoptimalkan efektivitas alur pemilahan langsung dari hulu, mendorong manajemen limbah yang lebih berkelanjutan, serta mendukung perwujudan konsep kota pintar (*smart city*).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan arsitektur komputasi *Edge-to-Cloud* berbasis IoT menggunakan Raspberry Pi dan VPS Windows Server untuk mendukung proses pemilahan sampah otomatis?
2. Bagaimana penerapan metode *Machine Learning* dengan pendekatan *Two-Stage* yang mengombinasikan model YOLO11 Nano sebagai detektor objek dan model klasifikasi varian Medium untuk mengidentifikasi jenis sampah organik, anorganik, dan kaca?
3. Seberapa tinggi tingkat akurasi dan performa matriks (*Confusion Matrix*) model YOLO11 dalam mengenali dan memisahkan jenis-jenis sampah yang diuji?
4. Bagaimana integrasi komunikasi data nirkabel via HTTP antara Raspberry Pi dan VPS Windows Server dapat berjalan secara efisien dalam sistem pemilahan?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Apa saja kendala teknis yang muncul dalam pengembangan, optimalisasi dataset, hingga implementasi prototipe sistem pemilahan sampah ini?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah diuraikan, ruang lingkup permasalahan pada penelitian ini perlu dibatasi agar pembahasan lebih terarah dan tidak meluas ke aspek lain yang berada di luar fokus penelitian. Oleh karena itu, batasan masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Ruang lingkup penelitian adalah di lingkungan Gedung TIK
2. Implementasi perangkat keras IoT dibatasi dalam skala prototipe wadah sampah (*Smart Trash Bin*) menggunakan Raspberry Pi sebagai unit *Edge* lokal (pengendali kamera & servo) dan VPS Windows Server sebagai pusat pengolahan data *Cloud*.
3. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan citra digital dari kamera USB dengan menerapkan kombinasi model YOLOv11 *Object Detection* (mencari keberadaan sampah) dan YOLOv11 *Image Classification* (menentukan kategori sampah).
4. Pengenalan objek dibatasi hanya pada sampah berukuran kecil dan padat yang dibagi ke dalam 3 kategori utama, yaitu: Organik, Anorganik (botol plastik), serta Kaca. Pembatasan jumlah kategori ini disesuaikan dengan dimensi fisik dan keterbatasan ruang tampung internal pada prototipe tempat sampah pintar.
5. Integrasi sistem dibatasi pada pengiriman data gambar secara nirkabel dari Raspberry Pi ke VPS Windows Server,
6. Evaluasi kendala teknis dan kinerja sistem difokuskan pada analisis akurasi model (*Confusion Matrix*), ketepatan penyaringan nilai *Confidence Score*, serta keberhasilan integrasi penggerak mekanis motor servo aktuator.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini memiliki tujuan yang ingin dicapai serta manfaat yang diharapkan bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan penerapan teknologi *Internet of Things* dalam pengelolaan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

fasilitas publik. Oleh karena itu, pada bagian ini diuraikan tujuan dan manfaat penelitian sebagai berikut.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem tempat sampah pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemilahan sampah secara otomatis.
2. Menerapkan metode Machine Learning untuk mengklasifikasikan jenis sampah berdasarkan citra dari kamera.
3. Menguji kinerja sistem dalam mengenali jenis sampah berdasarkan tingkat akurasi klasifikasi.
4. Menghasilkan prototipe smart trash bin yang dapat digunakan sebagai solusi pengelolaan sampah berbasis teknologi.

Secara umum, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dan peneliti dalam bidang IoT, Machine Learning, dan pengolahan citra, khususnya terkait pengembangan sistem pemilahan sampah otomatis.
2. Sistem yang dikembangkan dapat membantu masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah secara lebih mudah, sehingga mendukung proses daur ulang yang lebih efektif.
3. Dengan adanya pemilahan sampah yang lebih terstruktur, volume sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir dapat dikurangi, sehingga berdampak positif terhadap kelestarian lingkungan.
4. Penelitian ini menunjukkan pemanfaatan teknologi IoT dan Machine Learning dalam solusi nyata (*real-world application*), khususnya untuk mendukung konsep smart city

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang berkaitan dengan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengembangan sistem pemilah sampah otomatis pada operasional tempat sampah pintar berbasis *Internet of Things* dengan integrasi servo motor dan sensor ultrasonik.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi tinjauan pustaka dan landasan teori yang membahas konsep *Internet of Things*, *Machine Learning*, *smart trash bin*, servo motor, serta kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian ini.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi rancangan penelitian, tahapan pengembangan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, objek penelitian, serta waktu dan tempat pelaksanaan penelitian

4. BAB IV HASIL DAN PENELITIAN

Bab ini memaparkan hasil implementasi sistem, mulai dari Implementasi algoritma YOLOv11, integrasi sistem pemilah sampah, pengujian fungsional, hingga pengukuran akurasi YOLOv11. Data hasil pengujian dianalisis dan dibahas secara kritis untuk menilai keefektifan sistem serta mengidentifikasi keterbatasan yang ada.

5. BAB V PENUTUP

Bab terakhir ini berisi kesimpulan yang merangkum temuan utama penelitian berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan. Selain itu, disampaikan juga saran-saran untuk pengembangan dan perbaikan sistem di masa mendatang, baik dari aspek teknis maupun penerapan dalam skala yang lebih luas.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem Tempat Sampah Pintar (*Smart Trash Bin*) berbasis *Two-Stage YOLOv11* menggunakan algoritma YOLO11 dan arsitektur *Cloud Computing*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pemilah sampah pintar berhasil diintegrasikan dengan baik menggunakan arsitektur YOLOv11, di mana Raspberry Pi 3B bertindak sebagai unit akuisisi data visual dan pengontrol aktuator di sisi *edge*, sementara VPS Windows Server bertindak sebagai pusat pemrosesan (*cloud brain*) untuk eksekusi model *Deep Learning*.
2. Pengujian performa kumulatif model kecerdasan buatan YOLO11 (kombinasi tipe Nano untuk deteksi objek dan tipe Medium untuk klasifikasi multi-kelas) menghasilkan nilai akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang sangat solid dan seimbang di angka 93,33% (28 dari 30 data valid). Dari tiga kategori sampah, kelas organik mencatatkan validitas mutlak 100%, sedangkan kelas anorganik dan kaca masing-masing mencatatkan validitas 90%.
3. Kendala salah klasifikasi sebagian besar dipengaruhi oleh batasan visual (*visual limitation*) dan pencahayaan yang gelap.
4. Kendala pada Servo MG996R dikarenakan baut bracket Servo yang tidak kuat dan perlu dilakukan penyesuaian agar Servo MG996R tidak bergeser dari bracket nya
5. Pengujian komunikasi data nirkabel menunjukkan nilai rata-rata latensi *Round-Trip Time* (RTT) sebesar 310 ms (sekitar 0,31 detik) menggunakan WIFI dengan rentang 277 ms hingga 374 ms yang dipengaruhi oleh stabilitas internet. Secara fungsional, total waktu respons di bawah 1 detik ini sangat baik, dan responsif bagi motor servo MG996R untuk berputar memilah sampah



5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem Tempat Sampah Pintar ini di masa yang akan datang, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan Dataset: Perlu dilakukan penambahan variasi data latih (*training dataset*) khusus untuk objek-objek transparan, botol plastik bening, serta wadah kaca yang berisi cairan berwarna, guna meningkatkan sensitivitas model YOLO11 dalam membedakan fitur luar dan dalam objek.
2. Optimalisasi pengkondisian cahaya untuk ruang pemilah pada tempat sampah dapat ditingkatkan dengan pengaturan tata letak lampu LED yang lebih optimal dan penambahan material *diffuser* untuk mereduksi pantulan cahaya (*glare*) atau refraksi visual pada objek bening.
3. Penyesuaian Bracket Servo MG996R perlu dilakukan agar Servo tidak bergerak dari Bracket nya, dapat dilakukan dengan mengganti bracket servo yang posisi lubang baut nya lebih presisi dengan lubang baut Servo MG996R
4. Peningkatan Efisiensi Jaringan: Penelitian selanjutnya dapat mengimplementasikan protokol komunikasi data yang lebih ringan untuk transmisi data *edge-to-cloud*, seperti MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) atau melakukan kompresi citra yang lebih adaptif sebelum dikirim ke VPS guna menekan waktu latensi RTT seminimal mungkin

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

Alourani, A., Ashraf, M.U. and Aloraini, M., 2024. Smart waste management and classification system using advanced IoT and AI technologies. *PeerJ Computer Science*, 10, p.e2777. Available at: <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2777>.

Damayanti, S. and Noer, Z.M., 2025. Smart Dustbin Berbasis Internet of Things (IoT) Sistem Informasi Menggunakan Telegram: Smart Dustbin Based on Internet of Things (IoT) Information System Using Telegram. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), pp.451–462. Available at: <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1754>.

Dubey, P., Bhagat, T.T., Kokare, A., Dubey, P., Chaudhari, P.R. and Raut, U., 2024. Enhanced autonomous water garbage collection system using deep learning-based object detection and path planning. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 13(2), pp.1234–1244. Available at: <https://doi.org/10.11591/beej.v13i2.9399>.

Hermawan, I., Kurniawan, A., Hanafi, R., Sumarsono, A.F.K. and Ardiawan, M.A., 2023. Development of Mobile Smart Trash Bin Using Raspberry Pi. *Jurnal Komputer Terapan*, 9(1), pp.19–30. Available at: <https://doi.org/10.35143/jkt.v9i1.5749>.

Hermawan, I., Agustin, M., Zain, A.R., Mulyani, M.T. dan Nathanael, D. (2023). Rice Seedling Image Classification Using Light Convolutional Neural Network. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 9(2), pp.111–119. Available at: <https://doi.org/10.23917/khif.v9i2.20401>

Likotiko, E.D., Matsuda, Y. and Yasumoto, K., 2023. Garbage content estimation using internet of things and machine learning. *IEEE Access*, 11, pp.13000–13012. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3242547>.

Listyalina, L., Utami, R.R., Arifin, U.F. and Putri, N., 2024. The Application of Artificial Intelligence in Waste Classification as an Effort In Plastic Waste Management. *Telematika: Jurnal Telematika Dan Teknologi Informasi*, 21(1), pp.1–13. Available at: <https://doi.org/10.31315/telematika.v21i1.11977>.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Nurjannah, N., Muchtar, M., Sarimuddin, S., Sya'ban, K., Karim, R. and Al Jum'ah, M.N., 2024. Perancangan smart trash bin menggunakan logika fuzzy berbasis Arduino di SDN 5 Mawasangka, Buton Tengah. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 12(3), pp.2275–2282. Available at: <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4358>.

Irfan, E., Chaudhary, M.M. and Rasool, W. (2024) 'Smart Waste Management Systems Using IoT', *International Journal of Advanced Sciences and Computing (IJASC)*, 3(1), pp. 10–19. Available at: <https://ijasc.com/index.php/ijasc/article/view/54>.

Saptadi, N.T.S., Suyuti, A., Ilham, A.A. and Nurtanio, I., 2023. Composition model of organic waste raw materials image-based to obtain charcoal briquette energy potential. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 7(3), pp.899–909. Available at: <https://doi.org/10.30630/joiv.7.3.1682>.

Sari, P.P., Lafiani, E., Sholikhah, S. and Ngazizah, N., 2022. Pendidikan Lingkungan Melalui Program Bank Sampah Sejahtera Sebagai Kepedulian Terhadap Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4(1), pp.35–40. Available at: <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/3104>.

Terven, J. and Cordova-Esparza, D., 2023. A comprehensive review of YOLO architectures in computer vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 5(4), pp.1680–1716. Available at: <https://www.mdpi.com/2504-4990/5/4/83>.

Setiawan, T.V.Y.G. & Rachmawanto, E.H. (2025) 'A Two-Stage Braille Recognition System Using YOLOv8 for Detection and CNN for Classification', *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, 9(6), pp. 3057-3067. Available at: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Zharfan Khalisindra

Lahir di Bekasi pada tahun 2004, Merupakan anak kedua dari dua bersaudara, berdomisili di Kota Depok. Lulus pendidikan dasar di SDN Kalibaru 03 pada tahun 2016. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP PGRI Kalimulya Depok dan lulus pada tahun 2019. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMK Negeri 1 Cibinong dan lulus pada tahun 2022. Kemudian melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa Diploma Empat (D4) Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) dengan jurusan Teknik Informatika dan Komputer dengan prodi Teknik Multimedia dan Jaringan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

LAMPIRAN

Kode Training YOLOv11

```
from google.colab import drive
from ultralytics import YOLO

# 1. Hubungkan ke Google Drive
drive.mount('/content/drive')

# 2. Load arsitektur YOLO11 NANO, lalu inject file 'best.pt' deteksi lama lo
# Pastikan file best.pt ini ditaruh di luar/folder utama 'My Drive' ya bro
model = YOLO("yolo11n.yaml").load("/content/drive/MyDrive/best.pt")

print("[SISTEM] Memulai menggunakan 'best.pt'...", flush=True)

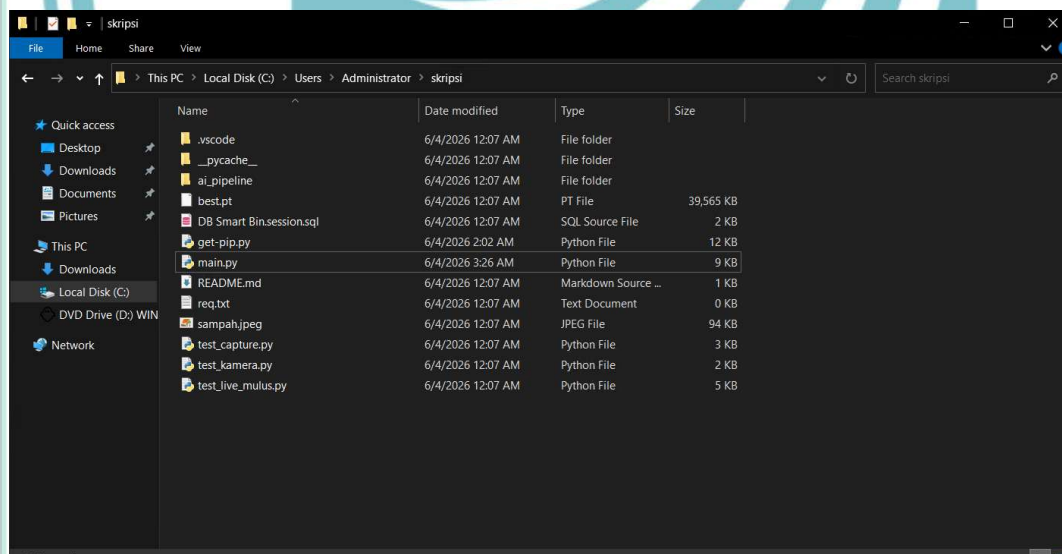
# 3. Mulai Training Deteksi Nano via API Roboflow
results = model.train(
    data=f"/dataset/location/data.yaml",
    epochs=130,
    batch=32,
    imgsz=640,
    project="/content/drive/MyDrive/hasil_training_detect",
    name="yolo11_nano_detect_api",
    verbose=True,
    mosaic=1.0
)
```

```
from ultralytics import YOLO

model = YOLO("yolo11m-cls.yaml").load("/content/drive/MyDrive/best_cls.pt")

print("[SISTEM] Memulai 3 kelas...", flush=True)

# Mulai Training di T4 GPU Colab
results = model.train(
    data="/content/isolate object final",
    epochs=80,
    imgsz=224,
    batch=32,
    project="/content/drive/MyDrive/hasil_training",
    name="klasifikasi_v11_med_fix",
    verbose=True
)
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

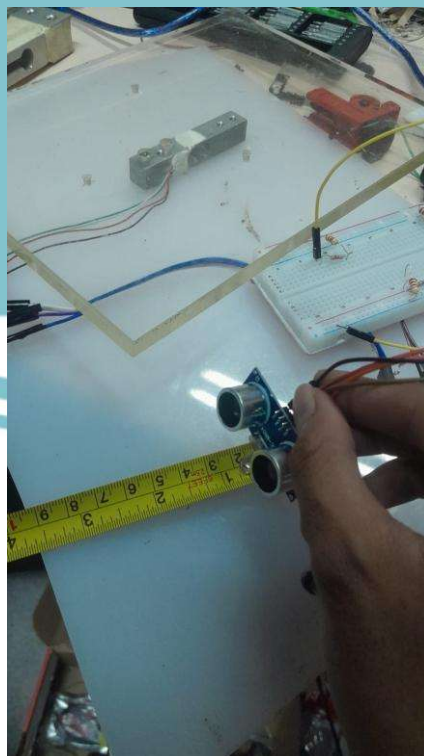
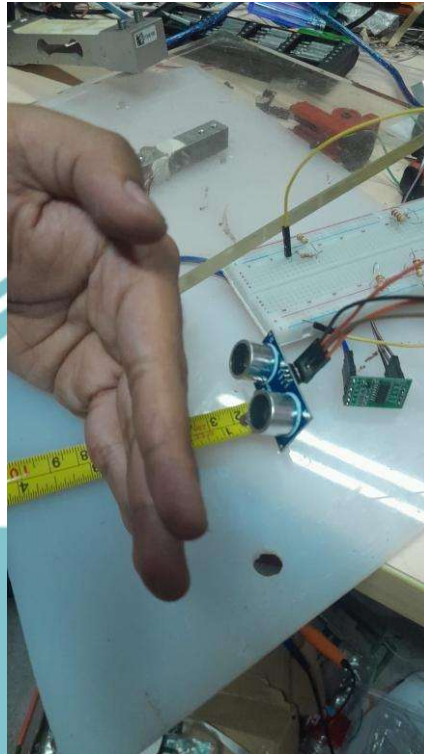


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian Ultrasonik

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Uji latensi Raspberry Pi dengan Server menggunakan WIFI

[1/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 307.93 ms	Jitter: 0.00 ms	Throughput: 2147.98 kbps
[2/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 293.51 ms	Jitter: 14.42 ms	Throughput: 2117.70 kbps
[3/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 289.48 ms	Jitter: 4.03 ms	Throughput: 2139.26 kbps
[4/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 317.18 ms	Jitter: 27.70 ms	Throughput: 1912.71 kbps
[5/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 324.67 ms	Jitter: 7.49 ms	Throughput: 1926.69 kbps
[6/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 277.25 ms	Jitter: 47.42 ms	Throughput: 2169.29 kbps
[7/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 300.35 ms	Jitter: 23.10 ms	Throughput: 1986.91 kbps
[8/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 284.99 ms	Jitter: 15.36 ms	Throughput: 2104.30 kbps
[9/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 290.99 ms	Jitter: 6.00 ms	Throughput: 2060.48 kbps
[10/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 287.34 ms	Jitter: 3.65 ms	Throughput: 2139.67 kbps
[11/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 335.08 ms	Jitter: 47.74 ms	Throughput: 1814.58 kbps
[12/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 333.74 ms	Jitter: 1.34 ms	Throughput: 1766.92 kbps
[13/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 317.99 ms	Jitter: 15.75 ms	Throughput: 1862.88 kbps
[14/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 299.91 ms	Jitter: 18.08 ms	Throughput: 2000.40 kbps
[15/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 314.22 ms	Jitter: 14.31 ms	Throughput: 1920.66 kbps
[16/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 279.68 ms	Jitter: 34.54 ms	Throughput: 2140.41 kbps
[17/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 298.45 ms	Jitter: 18.77 ms	Throughput: 2014.74 kbps
[18/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 301.02 ms	Jitter: 2.57 ms	Throughput: 1991.49 kbps
[19/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 310.81 ms	Jitter: 9.79 ms	Throughput: 1913.09 kbps
[20/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 304.58 ms	Jitter: 6.23 ms	Throughput: 1808.92 kbps
[21/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 289.90 ms	Jitter: 14.68 ms	Throughput: 2032.79 kbps
[22/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 302.30 ms	Jitter: 12.40 ms	Throughput: 1996.72 kbps
[23/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 308.30 ms	Jitter: 6.00 ms	Throughput: 1795.43 kbps
[24/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 319.98 ms	Jitter: 11.68 ms	Throughput: 1798.00 kbps
[25/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 374.99 ms	Jitter: 55.02 ms	Throughput: 1495.83 kbps
[26/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 373.26 ms	Jitter: 1.73 ms	Throughput: 1501.58 kbps
[27/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 307.94 ms	Jitter: 65.32 ms	Throughput: 1897.23 kbps
[28/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 354.03 ms	Jitter: 46.09 ms	Throughput: 1703.36 kbps
[29/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 314.82 ms	Jitter: 39.21 ms	Throughput: 1773.78 kbps
[30/30]	Sukses	anorganik	Latensi: 311.81 ms	Jitter: 3.01 ms	Throughput: 1857.75 kbps

Uji latensi Raspberry Pi dengan Server menggunakan Hotspot

Data ke-1:	Sukses	Latency = 533.44 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "organik", "confidence": 61.93}
Data ke-2:	Sukses	Latency = 888.38 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-3:	Sukses	Latency = 909.66 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-4:	Sukses	Latency = 698.72 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "anorganik", "confidence": 99.45}
Data ke-5:	Sukses	Latency = 718.77 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "anorganik", "confidence": 99.74}
Data ke-6:	Sukses	Latency = 993.62 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-7:	Sukses	Latency = 2011.12 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-8:	Sukses	Latency = 2219.24 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-9:	Sukses	Latency = 721.76 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-10:	Sukses	Latency = 906.05 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-11:	Sukses	Latency = 815.98 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-12:	Sukses	Latency = 630.00 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-13:	Sukses	Latency = 708.46 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-14:	Sukses	Latency = 1115.30 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-15:	Sukses	Latency = 894.76 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-16:	Sukses	Latency = 1203.80 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-17:	Sukses	Latency = 849.70 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-18:	Sukses	Latency = 983.29 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-19:	Sukses	Latency = 1334.95 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-20:	Sukses	Latency = 1214.11 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-21:	Sukses	Latency = 1140.19 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-22:	Sukses	Latency = 986.32 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-23:	Sukses	Latency = 1065.89 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-24:	Sukses	Latency = 1181.56 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-25:	Sukses	Latency = 950.97 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-26:	Sukses	Latency = 893.05 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-27:	Sukses	Latency = 2494.30 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-28:	Sukses	Latency = 950.26 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-29:	Sukses	Latency = 860.01 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}
Data ke-30:	Sukses	Latency = 844.55 ms	Respon VPS: {"status": "sukses", "kategori": "tidak diketahui", "confidence": 0.0}



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian Derajat Servo

