



© 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



**RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI TEMPAT
SAMPAH OTOMATIS BERBASIS AI DAN IOT UNTUK
KLASIFIKASI DAN MONITORING SAMPAH MINUMAN**

KEMASAN

Sub Judul:

**SISTEM DETEKSI OBJECT BERBASIS YOLO26 UNTUK
KLASIFIKASI SAMPAH MINUMAN KEMASAN**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SKRIPSI

**Theo Dhiya Pratama
2207421054**

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

2026



© 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



SISTEM DETEKSI OBJECT BERBASIS YOLO26 UNTUK KLASIFIKASI SAMPAH MINUMAN KEMASAN

SKRIPSI

**Dibuat Untuk Melengkapi Syarat Syarat yang Diperlukan Untuk Memperoleh
Diploma Empat Politeknik**

THEO DHIYA PRATAMA
2207421054
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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

2026



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Theo Dhiya Pratama
NIM : 2207421054
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer/Teknik Multimedia
dan Jaringan
Judul Skripsi : Sistem Deteksi Object Berbasis YOLO26 Untuk
Klasifikasi Sampah Minuman Kemasan.

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,

Yang membuat pernyataan



Theo Dhiya Pratama

NIM. 2207421054

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



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

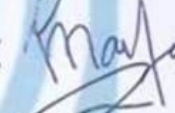
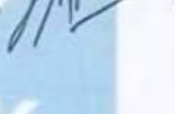
LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Theo Dhiya Pratama
Nim : 2207421054
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Sistem Deteksi Object Berbasis YOLO26 Untuk Klasifikasi Sampah Minuman Kemasan

Telah diuji oleh tim dalam Sidang Skripsi pada hari Kamis, Tanggal 2, Bulan Juli Tahun 2026, dan dinyatakan LULUS.

Disahkan Oleh:

Pembimbing I	Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si	()
Penguji I	Maria Agustin, S.Kom., M.Kom	()
Penguji II	Ariawan Andi Suhandana, S.Kom., M.T.I.	()
Penguji III	Dr. Defiana Arnaldy, S.Tp., M.Si	()

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. Berkat limpahan rahmat, karunia, serta kemudahan yang diberikan-Nya, penulis akhirnya mampu merampungkan penyusunan skripsi yang berjudul “Sistem Deteksi Object Berbasis YOLO26 Untuk Klasifikasi Sampah Minuman Kemasan”. Penulis menyadari bahwa proses penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menghaturkan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Allah SWT, yang senantiasa memberikan kekuatan, petunjuk, dan kelancaran di setiap langkah penulis.
2. Orang tua beserta keluarga tercinta, atas doa yang tiada henti, kasih sayang tulus, serta dukungan moral yang menjadi motivasi terbesar penulis dalam menuntaskan pendidikan ini.
3. Ibu Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing. Terima kasih atas kesabaran, waktu, arahan, serta ruang yang diberikan kepada penulis untuk terus berproses dan belajar dari awal hingga skripsi ini selesai.
4. Muhammad Abdur rochman, sebagai rekan satu tim yang telah berkolaborasi dan bekerja sama dengan sangat baik dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Orang-orang terdekat dan istimewa, yang senantiasa menyemangati, memberikan nasihat, serta menumbuhkan keyakinan penulis untuk terus melangkah hingga akhir.
6. Segenap dosen dan civitas akademika Politeknik Negeri Jakarta, wabailkhusus pada Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, serta teman-teman seperjuangan yang telah berbagi ilmu, pengalaman, dan kebersamaan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki sejumlah keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala kritik maupun saran yang bersifat membangun demi perbaikan ke depannya. Besar harapan penulis agar skripsi ini mampu memberikan manfaat, serta menjadi sumbangsih nyata.



© 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

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Theo Dhiya Pratama
 NIM : 2207421054
 Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer /
 Teknik Multimedia dan Jaringan

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

Sistem Deteksi Object Berbasis YOLO26 Untuk Klasifikasi Sampah Minuman Kemasan

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalih medikan/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, 31 Juli 2026

Yang Menyatakan



(Theo Dhiya Pratama)

NIM 2207421054



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

SISTEM DETEKSI OBJECT BERBASIS YOLO26 UNTUK KLASIFIKASI SAMPAH MINUMAN KEMASAN

ABSTRAK

Manajemen sampah minuman kemasan memerlukan pemisahan yang spesifik, khususnya antara material plastik, logam, dan karton demi optimalisasi proses daur ulang. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan model YOLO26 untuk klasifikasi sampah minuman kemasan dengan arsitektur Edge-to-Cloud. Raspberry Pi 3 Model B+ di sisi lokal bertindak sebagai unit edge untuk mengolah sensor ultrasonik HC-SR05 dan kamera USB, lalu mengirimkan citra via protokol HTTP ke server Google Cloud Platform (GCP). Di dalam server Google Cloud Platform, komputasi inferensi dieksekusi menggunakan model YOLO26 untuk melakukan deteksi sekaligus klasifikasi (image classification) menjadi kelas plastik, logam, dan karton. Data hasil keputusan dikirim kembali ke lokal (Raspberry Pi), yang kemudian meneruskannya via komunikasi serial ke mikrokontroler ESP32 guna menggerakkan aktuator pemilah ke wadah yang sesuai. Hasil evaluasi model terbaik menunjukkan performa yang sangat optimal pada proses deteksi maupun klasifikasi dengan keberhasilan menghindari masalah overfitting. Uji coba menggunakan objek nyata membuktikan bahwa sistem mampu memilah sampah secara akurat, dengan kesalahan yang umumnya diakibatkan oleh kemiripan visual pada material plastik transparan dan logam. Integrasi ini sukses mewujudkan sistem pemilahan limbah otomatis yang sinkron, valid, dan responsif.

Kata kunci: Tempat Sampah Pintar, Internet of Things, Machine Learning, YOLO26, Arsitektur Edge-to-Cloud, Klasifikasi Sampah.



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.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sejenis	6
2.2 <i>Computer Vision</i> dan <i>Object Detection</i>	9
2.3 YOLO (<i>You Only Look Once</i>)	9
2.4 Smart Trash Bin.....	10
2.5 Internet of Things.....	10
2.6 Raspberry Pi.....	11
2.7 Roboflow.....	11
2.8 Analisis Performa Model.....	11
2.9 Teori Perbandingan Epoch	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Rancangan Penelitian	13
3.2 Tahapan Penelitian.....	14
3.3 Objek Penelitian	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Analisis Kebutuhan	17
4.1.1 Analisis Kebutuhan Hardware.....	17
4.1.2 Analisis Kebutuhan Software	18
4.2 Perancangan Sistem	19
4.2.1 Flowchart.....	19
4.2.2 Blok Diagram	20
4.2.3 Perancangan Pelatihan Model YOLO26	21
4.2.4 Perancangan Implementasi Hardware	21
4.2.5 Perancangan Implementasi Model YOLO26	22
4.3 Implementasi Sistem.....	23
4.3.1 Implementasi Pelatihan Model	24
4.3.2 Implementasi Hardware	31



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

4.3.3	Implementasi Model YOLO26	32
4.4	Pengujian.....	33
4.4.1	Deskripsi Pengujian.....	33
4.4.2	Prosedur Pengujian.....	34
4.4.3	Evaluasi Model.....	34
4.4.4	Data Hasil Pengujian	36
4.4.4.1	Pengujian Model YOLO26 (Epoch 25).....	36
4.4.4.2	Confusion Matrix	45
4.4.4.3	Analisis Precision	47
4.4.4.4	Analisis Recall.....	49
4.4.4.5	Analisis F1-Score	51
BAB V PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		60
LAMPIRAN		61

**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 GAMBAR

Gambar 3.2 Tahapan Penelitian.....	14
Gambar 4.1 Rancangan Alur Sistem	19
Gambar 4.2 Diagram Blok	20
Gambar 4.3 Perancangan Pelatihan Model YOLO26	21
Gambar 4.4 Perancangan Implementasi Hardware	22
Gambar 4.5 Dataset	24
Gambar 4.6 Proses Anotasi	26
Gambar 4.7 Preprocessing data	27
Gambar 4.8 Augmentasi Data.....	28
Gambar 4.9 Proses Train Data.....	30
Gambar 4.10 Rangkaian Raspberry Pi	32
Gambar 4.11 Pemasangan sensor ultrasonic HC-SR05 dan kamera USB	32
Gambar 4.12 Proses pemuatan model menggunakan library Ultralytics YOLO ...	32
Gambar 4.13 endpoint HTTP.....	33

**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 TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait.....	6
Tabel 4.1 Kebutuhan Hardware.....	17
Tabel 4.2 Kebutuhan Software	18
Tabel 4.3 Dataset	25
Tabel 4.4 Konfigurasi Train.....	29
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Model	35
Tabel 4.6 Pengujian Kelas Plastik	37
Tabel 4.7 Pengujian Kelas Logam.....	40
Tabel 4.8 Pengujian Kelas Karton.....	43
Tabel 4.9 Hasil penyusunan Confusion Matrix.....	45
Tabel 4.10 Hasil Precision.....	48
Tabel 4.11 Hasil Recall.....	50
Tabel 4.12 F1-Score.....	53

**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 Masalah

Sampah menjadi isu yang sangat aktual sejak lama di Indonesia, terutama pada bagian Perkotaan karena pengaruh dari kondisi sosial, budaya dan ekonomi masyarakat setempat, hal ini bisa dilihat dengan adanya pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan aktivitas serta perubahan pola konsumsi masyarakat yang secara langsung menimbulkan pertambahan volume, jenis, dan karakteristik sampah (Rahmawati, A., dan Syamsu, F., 2021). Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar ke-4 di dunia dengan jumlah 261,1 juta jiwa juga menghadapi permasalahan dalam pengelolaan sampah. Sebuah penelitian menunjukkan sekitar 38.5 juta ton sampah dihasilkan oleh 232 juta penduduk Indonesia atau 450gram perorang setiap harinya (Larasati, L. F., 2020).

Faktor utama yang mempengaruhi penumpukan sampah itu terjadi karena kurangnya efektivitas pemilahan sampah yang tepat khususnya pada sampah bekas minuman kemasan. Proses pemilahan manual memerlukan tenaga kerja dan waktu yang besar serta rentan terhadap kesalahan. Salah satu tantangan terbesar dalam pengelolaan sampah ini adalah pemilahan yang efisien. Tanpa pemilahan yang akurat, kualitas hasil daur ulang dapat menurun akibat tercampurnya jenis yang berbeda. Oleh karena itu, sistem pemilahan yang efisien dan akurat memungkinkan sampah yang telah didaur ulang tetap memiliki nilai guna dan dapat digunakan kembali dalam produksi barang baru, sehingga mengurangi dampak lingkungan dari limbah (Fajar F. et al., 2025).

Salah satu teknologi deteksi yang sangat relevan untuk diintegrasikan dengan sistem ini adalah algoritma YOLO (*You Only Look Once*). Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) adalah salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk deteksi dan klasifikasi objek secara *real-time*. Algoritma YOLO dapat melakukan pemrosesan gambar dalam satu kali pengamatan dan mengidentifikasi objek dengan akurasi tinggi, teknologi ini cocok untuk sistem pemilahan sampah plastik otomatis



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

karena kemampuannya dalam mendeteksi objek secara cepat dan tepat (Fajar F. et al., 2025).

Oleh karena itu, penerapan kecerdasan buatan berbasis *computer vision* pada sistem tempat sampah otomatis memerlukan strategi implementasi yang tepat. Tantangan utama dalam sistem ini adalah bagaimana melakukan deteksi dan klasifikasi pada sampah minuman kemasan secara *real-time*, sekaligus memastikan sistem mampu memberikan respons yang cepat dan konsisten terhadap hasil klasifikasi tersebut. Selain itu, sistem yang dikembangkan harus mampu beroperasi secara stabil dan efisien dalam kondisi penggunaan nyata. Dengan demikian, diperlukan suatu mekanisme yang mampu menyeimbangkan kebutuhan kecepatan pemrosesan, akurasi klasifikasi, dan keterbatasan sistem agar proses pemilahan sampah dapat dilakukan secara lebih efektif.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun model deteksi objek berbasis algoritma YOLO26 yang akurat untuk mengklasifikasikan jenis sampah minuman kemasan (plastik, logam, dan karton)?
2. Bagaimana mengintegrasikan model klasifikasi YOLO26 berbasis *cloud* dengan sistem mekanis dan perangkat keras tempat sampah otomatis berbasis IoT?
3. Bagaimana performa dan tingkat akurasi (kinerja *Confusion Matrix*, mAP, *Precision*, *Recall* dan *F1-Score*) dari sistem deteksi objek YOLO26 yang diterapkan pada tempat sampah otomatis tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat fokus penelitian pada implementasi *Deep Learning* dan untuk menjaga kedalaman analisis serta ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Implementasi model hanya difokuskan untuk mengklasifikasikan tiga jenis material sampah minuman kemasan (plastik, logam dan kertas/karton.



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

Klasifikasi sampah berdasarkan kategori lain (seperti organik vs anorganik) atau material kemasan lain (gelas/kaca, multilayer) tidak termasuk dalam cakupan penelitian.

2. Penelitian berfokus pada implementasi, analisis dan evaluasi model. Perbandingan performa secara mendetail dengan arsitektur deep learning lain (seperti YOLOv5, Faster R-CNN, atau EfficientDet) atau versi lainnya tidak dilakukan.
3. Pengembangan sistem *web monitoring* bukan merupakan fokus utama dalam penelitian ini, sehingga fitur pemantauan yang disediakan hanya mencakup antarmuka dan fungsi penyajian data secara dasar

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun model deteksi objek berbasis algoritma YOLO26 yang akurat untuk mengklasifikasikan jenis sampah minuman kemasan (plastik, logam, dan karton).
2. Mengintegrasikan model klasifikasi YOLO26 berbasis *cloud* dengan sistem mekanis dan perangkat keras tempat sampah otomatis berbasis IoT.
3. Menganalisis performa dan tingkat akurasi (kinerja *Confusion Matrix*, *mAP*, *Precision*, *Recall* dan *F1-Score*) dari model YOLO26 yang diterapkan pada tempat sampah otomatis tersebut.

Manfaat dari hasil perancangan sistem ini antara lain:

1. Menghasilkan model klasifikasi kecerdasan buatan (YOLO26) yang dapat mengenali jenis sampah minuman kemasan (plastik, logam dan karton)
2. Menghasilkan tempat sampah pintar yang terintegrasi antara perangkat IoT dan komputasi *cloud*, sehingga mampu menggantikan metode manual menjadi otomatis.
3. Menyediakan data serta hasil analisis performa algoritma YOLO26 secara komprehensif, yang dapat menjadi referensi akademis bagi



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

penelitian selanjutnya terkait penerapan *deep learning* dan *computer vision* dalam pengelolaan sampah.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika pada penulisan ini memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai penyusunan tugas akhir, penulisan Proposal skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pertama, membahas dasar pemikiran dilaksanakannya penelitian yang mencakup latar belakang permasalahan terkait pengelolaan sampah minuman kemasan serta urgensi penerapan kecerdasan buatan untuk klasifikasi jenis sampah minuman kemasan. Selain itu, bab ini memuat rumusan masalah, batasan masalah untuk menjaga fokus penelitian, tujuan penelitian yang ingin dicapai, manfaat penelitian baik bagi pengembangan ilmu, serta sistematika penulisan laporan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab kedua, menguraikan landasan teori yang dapat mendukung penelitian, meliputi *Computer Vision*, *Object Detection*, *YOLO (You Only Look One)*.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ketiga, menguraikan metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem. Pembahasan mencakup perancangan alur kerja sistem dan visualisasi proses klasifikasi, mulai dari pengumpulan dan persiapan dataset hingga proses pelatihan dan pengujian model. Selain itu, bab ini menjelaskan teknik pengumpulan data, metode analisis kinerja, serta skenario pengujian. Bab ini juga dilengkapi dengan jadwal pelaksanaan penelitian dan rincian anggaran biaya yang dibutuhkan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab keempat, menjabarkan penjelasan mengenai perencanaan dan perancangan sistem yang akan dibangun berupa Rancangan Penelitian, Tahapan Penelitian, Objek Penelitian dan Jadwal Penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN



© 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

Pada bab kelima, berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya.





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

1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian komprehensif yang telah dilakukan terhadap sistem Tempat Sampah Otomatis Berbasis AI dan IoT menggunakan algoritma YOLO26, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem pemilah sampah pintar berhasil diintegrasikan menggunakan model YOLO26, di mana Raspberry Pi 3B+ berfungsi untuk akuisisi data visual serta pengiriman dan penerimaan data, sementara Server bertindak sebagai pusat pemrosesan klasifikasi.
- 2) Pengujian fungsionalitas sistem secara langsung terhadap 30 sampel objek sampah minuman kemasan (10 spesimen untuk masing-masing kelas) menunjukkan bahwa model YOLO26 memiliki tingkat ketepatan klasifikasi (Precision) sebesar 100% pada ketiga kelas, yang berarti sistem tidak pernah salah mengklasifikasikan satu jenis material menjadi material lain. Namun, kemampuan model dalam mendeteksi keseluruhan objek (Recall) masih bervariasi antar kelas, dengan kelas karton mencatatkan performa terbaik (Recall 60%, F1-Score 75%, confidence score berkisar 0,72–0,88), disusul kelas logam (Recall 40%, F1-Score 57%), dan kelas plastik dengan performa terendah (Recall 30%, F1-Score 46%). Hasil ini mengindikasikan bahwa mayoritas kegagalan sistem bukan disebabkan oleh kesalahan klasifikasi antar-kelas, melainkan oleh kegagalan mendeteksi keberadaan objek (False Negative), terutama pada objek plastik dan logam yang lebih sensitif terhadap orientasi peletakan dan luas penampang visual yang tertangkap kamera.
- 3) Berdasarkan hasil perbandingan dari empat skenario pelatihan model menggunakan resolusi input 640×640 piksel, skenario pelatihan dengan durasi 25 *epoch* resmi dipilih sebagai model terbaik untuk diimplementasikan pada sistem nyata. Model 25 *epoch* ini menorehkan performa superior dengan nilai *mean Average Precision* tertinggi, yaitu mAP50 sebesar 0,974 dan mAP50-95 sebesar 0,884, serta nilai F1-Score yang seimbang di angka 0,957. Eksperimen ini juga membuktikan bahwa



© 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

penambahan jumlah *epoch* yang lebih tinggi (50, 75, hingga 100 *epoch*) tidak selalu berkorelasi positif terhadap performa, melainkan rentan memicu terjadinya penyesuaian bobot yang berlebih (*overfitting*) yang justru mendegradasi kemampuan generalisasi model dalam mengenali objek di luar data pelatihan.

2 Saran

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

- 1) Perlu dilakukan penambahan variasi data latih (*training dataset*) secara masif, khususnya difokuskan pada objek-objek kemasan plastik transparan/bening serta kaleng logam dengan berbagai tingkat kecerahan warna. Dataset juga sebaiknya disusun dengan memperbanyak citra kemasan yang sengaja dideformasi secara bervariasi (sangat penyok, rusak, atau terpotong). Langkah ini untuk meningkatkan sensitivitas model YOLO26 dalam mendeteksi perbedaan fitur mikro permukaan material, sehingga dapat menekan laju *False Positive* dan meningkatkan ketepatan prediksi pada material yang memiliki kemiripan visual tinggi.
- 2) Mengingat transmisi data citra mentah dari Raspberry Pi ke server *Google Cloud Platform* saat ini menggunakan protokol HTTP yang sangat bergantung pada stabilitas lebar pita (*bandwidth*) internet, penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan protokol komunikasi data IoT yang lebih ringan seperti MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Selain itu, untuk meminimalkan waktu latensi respons sistem secara keseluruhan, disarankan untuk mengeksplorasi implementasi komputasi tepi (*Edge Computing*) secara penuh. Hal ini dapat dicapai dengan melakukan kompresi arsitektur model YOLO26 ke format yang lebih ringan (seperti format NCNN, TFLite, atau TensorRT) agar proses inferensi *deep learning* dapat berjalan secara lokal langsung pada perangkat *edge* (seperti Raspberry Pi generasi terbaru) tanpa bergantung pada konektivitas *cloud*.



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

- Adlim, D. A., Ramadhan, I., Irawan, B., & Wahyu, S. 2025. IMPLEMENTASI OBJECT DETECTION KLASIFIKASI SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DENGAN ALGORITMA YOLO. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 10(3), 1-13.
- Dewi Kartika, et al. 2022. Rancang Bangun Modul Pembelajaran Berbasis Raspberry Pi. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI).
- Dharmasaputra, K. D., & Hartato, B. P. 2025. Evaluation of YOLOv8 and Centroid Tracking in Vehicle Detection, Classification, and Counting System. *Journal of Applied Informatic and Computing (JAIC)*, 9(5), 2310-2320.
- Fajar, S. F., Putri, R. R. M., & Setyawan, G. E. 2025. RANCANG BANGUN PEMILAHAN SAMPAH PLASTIK OTOMATIS MENGGUNAKAN YOLO PADA RASPBERRY PI. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(11).
- Firdaus, A. Z., Lelono, D., & Natan, O. 2025. Sistem Klasifikasi Sampah Otomatis Berbasis Deteksi Objek *Real-Time* Pada *Single Board Computer* Dengan Algoritma YOLO. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumental Systems)*, 15(1), 49-60.
- Hayati, Nurhaliza, Dayan Singasatia & Muhamad Rafi Muttaqin. 2023. OBJECT TRACKING MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)v8 UNTUK MENGHITUNG KENDARAAN. KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika Vol. 12, No. 2.
- Hermawan Indra, et al. 2023. Rice Seedling Image Classification Using Light Convolutional Neural Network. 2023. Khazanah Informatika. Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika. Vol. 9 No. 2.



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jonathan Jesen & Dedy Hermanto. 2024. Penentuan Epochs Hasil Model Terbaik: Studi Kasus Algoritma YOLOv8. Digital Transformation Technology (Digitech) | e-ISSN : 2807-9000 Vol.4, No. 2.

Lam Khang Nhut, et al. 2022. Using Artificial Intelligence and IoT for Constructing a Smart Trash Bin. International Conference on Future Data and Security Engineering.

Larasati, N., & Fitria, L. 2020. Analisis Sistem Pengelolaan Sampah Organik di Universitas Indonesia (Studi Kasus Efektivitas Unit Pengolahan Sampah UI Depok). *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 1(2).

Li Xueying & Ryan Grammenos. 2022. A SMART RECYCLING BIN USING WASTE IMAGE CLASSIFICATION AT THE EDGE. Electrical and Electronic Engineering University College London.

Prasetyo, B. D., Amalia, E. P., Juliana, P. D., & Niswatin, R. K. 2025. Implementasi Object Detection Berbasis Web untuk Klasifikasi Jenis Sampah Menggunakan YOLOv8. *Prosiding Seminar Nasional: Teknologi dan Sains*, 4(1), 2828-299X.

Pratama, Y. B., & Dalimunthe, N. P. 2022. Implementasi Teknik Computer Vision Untuk Deteksi Viridiplantae Pada Lahan Pasca Tambang. *BULLETIN OF COMPUTER SCIENCE RESEARCH*, 3(1), 64-72.

Rahmawati, A. F., Amin., Rasminto., & Syamsu, F. D. 2021. ANALISIS PENGELOLAAN SAMPAH BERKELANJUTAN PADA WILAYAH PERKOTAAN DI INDONESIA. *Jurnal Binagogik*, 8(1), 1-12.

Rosanti, N., Latifah, R., Munir, S., & Maududi, I, A, Q. 2024. PENGARUH JARAK OBJEK CITRA PADA MODEL DETEKSI DAN KLASIFIKASI BOTOL PLASTIK MENGGUNAKAN YOLO. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 10(1), 63-69.



© 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

Syahfitri Ayu. 2025. Internet of Things (IoT), Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya. Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika Volume. 3, Nomor. 1. Hal. 113-120.

Terven, J., Esparza, D. M. C., & Gonzales, J. A. R. 2023. A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS. *Machine Learning & Knowledge Extraction*, 5, 1680-1716.

Utomo, O. S. N., Utaminingrum, F., & Widasari, E. R. 2022. Implementasi YOLO versi 3 untuk Mengidentifikasi dan Mengklasifikasi Sampah Kantor Berbasis NVIDIA Jetson Nano. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(6), 2829-2834.

Vanesa, S. D., Dara, M. A. D. W., & Mahdiyah, U. 2025. Sistem Deteksi Jenis Burung Menggunakan Implementasi YOLOv11. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 9, 1223-1230.

**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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Theo Dhiya Pratama

Lahir di Jakarta bulan Juli pada tahun 2004, Merupakan anak pertama dari dua bersaudara, berdomisili di Kabupaten Bogor. Lulus pendidikan dasar di SDIT AL-FATH pada tahun 2016. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 2 Cibinong 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 Train YOLO26

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

```
In [2]: from ultralytics import YOLO

model = YOLO('yolo26s.pt')
results = model.train(
    data='/kaggle/input/datasets/theoprutama/new-dataset/dataset/data.yaml',
    epochs=50,
    imgsz=640,
    batch=8,
    name='epoch50',
    plots=True
)
```

```
In [2]: from ultralytics import YOLO

model = YOLO('yolo26s.pt')
results = model.train(
    data='/kaggle/input/datasets/theoprutama/new-dataset/dataset/data.yaml',
    epochs=25,
    imgsz=640,
    batch=8,
    name='epoch25',
    plots=True
)
```

```
In [2]: from ultralytics import YOLO

model = YOLO('yolo26s.pt')
results = model.train(
    data='/kaggle/input/datasets/theoprutama/new-dataset/dataset/data.yaml',
    epochs=75,
    imgsz=640,
    batch=8,
    name='epoch75',
    plots=True
)
```

```
In [2]: from ultralytics import YOLO

model = YOLO('yolo26s.pt')
results = model.train(
    data='/kaggle/input/datasets/theodhiyapratama/new-dataset/dataset/data.yaml',
    epochs=100,
    imgsz=640,
    batch=8,
    name='epoch100',
    plots=True
)
```

© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



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

