



# 6.23%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 10 FEB 2025, 11:20 AM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

**IDENTICAL** 0.27%    **CHANGED TEXT** 5.95%    **QUOTES** 0.03%

## Report #24742541

**12** 1 BAB I PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang Masalah Sampah menjadi permasalahan yang memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat. Ketidakteraturan dalam penempatan tempat sampah, minimnya ketersediaan tempat pembuangan, serta kurangnya kesadaran individu dalam membuang sampah dengan benar, baik di rumah, sekolah, kantor, taman bermain, tempat wisata, dan area publik lainnya, memperburuk kondisi ini. (Otomatis, Internet, and Things 2023) . Pengelolaan sampah yang tidak optimal serta rendahnya kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan, terutama kebiasaan dalam membuang sampah sembarangan, mengakibatkan penumpukan sampah yang meninggalkan bau tidak sedap dan potensi menjadi sumber penyebaran penyakit. **25** (Wafi, Setyawan, and Ariyani 2020) . Akibat dari membuang sampah secara sembarangan dapat menyebabkan beberapa aspek permasalahan yaitu: tersumbatnya aliran sungai yang dipengaruhi oleh banyaknya sampah membuat aliran air menjadi mampet dan dapat menyebabkan terjadinya banjir. Sampah yang terbakar atau membusuk dapat menghasilkan polusi. **9** Sampah yang terbuang sembarangan juga dapat menciptakan tempat genangan air menjadi tempat berkembangbiakan nyamuk yang dapat menyebarkan penyakit seperti malaria dan demam berdarah. Dalam pengolahan sampah, proses deteksi dan pemilahan masih dilaksanakan dengan manual hingga memerlukan waktu lama. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem deteksi dan

pemilahan sampah daur ulang yang cerdas dan efisien guna mengurangi waktu serta menekan biaya operasional.(Production, Recycled, and Seeds 2023). Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat sistem cerdas pemilah sampah daur ulang Berbasis Klasifikasi Obyek dan menggunakan Lengan Robot yang dapat memudahkan untuk dapat mengenali jenis sampah daur ulang jenis botol yaitu botol plastik, botol kaca, dan kaleng. Selain 3 jenis sampah tersebut, sampah organik dan non organik lainnya sudah dipilah pada proses sebelumnya, dengan menggunakan metode klasifikasi objek yang dapat mendeteksi objek dan 2 menentukan posisi objek secara real-time yang sangat efisien dan cepat, hasil penelitian ini diharapkan mampu dapat memudahkan lembaga penanganan sampah dalam memilah jenis botol sampah dengan cepat dan efisien dengan kesalahan penempatan sampah yang relatif kecil. 1.2 Identifikasi Masalah Berikut di bawah ini adalah identifikasi masalah yang dimiliki oleh penelitian ini. 1.2.1 Rumusan Masalah Berikut adalah rumusan masalah yang ada pada penelitian ini yaitu: bagaimana cara mengidentifikasi sampah daur ulang jenis botol plastik, botol kaca dan kaleng dengan menggunakan algoritma Yolov5? 1.2 8 23 2 Batasan Masalah Berikut adalah batasan yang dimiliki oleh penelitian ini. 10 1. Tidak dapat mengetahui volume sampah. 2. Hanya mendeteksi sampah daur ulang berupa botol plastik, botol kaca dan kaleng. 1.3 Tujuan Penelitian Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi obyek dengan menggunakan algoritma Yolov5 dan menggunakan lengan robot yang dapat memindahkan sampah sesuai dengan hasil klasifikasi. 1.4 Manfaat Penelitian Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut: a. Bagi Mahasiswa Pada penelitian ini, peneliti berharap memperoleh ilmu dan skill dalam membangun sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi obyek dan menggunakan lengan robot. b. Bagi Ilmu Pengetahuan 3 Pada penelitian ini, peneliti berharap dapat memberikan pengetahuan mengenai cara membuat atau

merancang alat sistem cerdas pemilah sampah daur ulang Berbasis Klasifikasi Obyek dan Menggunakan Lengan Robot untuk mempermudah lembaga penanganan sampah dalam mengolah 3 jenis sampah yaitu botol plastik, botol kaca, dan kaleng c. Bagi Masyarakat 1. Lembaga penanganan sampah menjadi lebih mudah dalam memilah sampah dengan alat tersebut.

10 2. Dapat mencegah terjadinya kesalahan dalam menempatkan sampah dan membantu kinerja dalam proses pemilahan jenis sampah. 1.5 Kebaruan

Kebaruan yang dimiliki pada penelitian ini adalah sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi obyek dan menggunakan lengan robot dengan menggunakan metode You one look once (YOLOv5). 1.6 Kerangka Penulisan Laporan ini disusun berdasarkan pedoman yang telah ditetapkan oleh Fakultas Teknologi dan Desain Universitas Pembangunan Jaya, dengan tambahan informasi sistematis sesuai dengan program studi Informatika. Laporan ini mengikuti format yang telah ditentukan dan terdiri dari enam bab, yaitu: BAB 1 PENDAHULUAN Pada bab 1 yaitu membahas latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, dan kebaruan yang ditawarkan pada penelitian ini. BAB II TINJAUAN PUSTAKA Bab ini berisi referensi teoritis serta kajian jurnal yang relevan dan dibutuhkan dalam penelitian serta perancangan tugas ini. BAB III TAHAP PELAKSANAAN Bab ini menjelaskan berbagai metode penelitian yang digunakan dalam perancangan proyek, termasuk metode penelitian serta teknik pengumpulan data yang diterapkan. 4 BAB IV PERANCANGAN Bab ini mencakup analisis terhadap sistem sebelumnya, spesifikasi kebutuhan sistem baru, proses perancangan sistem, serta rancangan pengujian yang dilakukan..

14 BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN Bab ini menyajikan hasil dari pengumpulan data dan pengujian yang telah dilakukan terhadap proyek yang dikembangkan.

BAB VI PENUTUP Bab terakhir adalah hasil dari Kesimpulan yang sudah didapat datanya 5 BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Pencapaian Terdahulu Pencapaian terdahulu berfungsi sebagai referensi peneliti dalam melakukan penelitian. Berikut merupakan beberapa referensi

pencapaian terdahulu yang berisikan Jurnal terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Tabel 2. 1Pencapaian Terdahulu Pencapaian Ke – 1 Penulis (Hendre Setyo Nugroho ,Muhammad Aria (2021) Judul Rancang Bangun Tempat Sampah dengan Sistem Memilah Jenis Sampah Basah, Kering dan Logam Menggunakan Atmega328P Hasil hasil dari pengujian sensor touch yang dilakukan sebanyak 30 kali pada jenis sampa kering dan basa adala 210-222 untuk jenis sampa kering dan 2.5-209 untuk jenis sampah basah. 3 Hasil pengujian daya Tarik magnet maksimum yang dapat menampung beban adalah 1,9KG. hasil pengujian Motor Servo penentu jalur sampah basah dan kering yang telah diuji sebanyak 19 kali dengan kelipatan sudut 5 derajat didapatkan bahwa 18 pengujian yang dilakukan benar dan 1 pengujian error yaitu pada saat 35°, dan dapat disimpulkan bahwa penentu jalur sampah basah dan kering ialah sebanyak 95% servo akurat. Tujuan Penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap jenis sampah dibuang ke tempat yang sesuai, sehingga tidak tercampur dalam satu tempat sampah. 17 Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mencegah penumpukan sampah dengan memberikan solusi ketika tempat sampah sudah penuh. Metode Metodologi yang digunakan oleh penelitian tersebut adalah blok diagram. Pencapaian Ke – 2 Penulis (Wafi, Setyawan, and Ariyani 2020) Judul Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis IoT (Internet of Things) dengan Aplikasi Andrioid Hasil Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HCSR04 berfungsi dengan baik dalam mendeteksi keberadaan manusia yang ingin membuang sampah serta mengukur ketinggian sampah. Pengujian pembacaan volume tempat sampah menunjukkan tingkat keberhasilan sensor buka tutup sebesar 99,26%, sensor organik 99,07%, dan sensor anorganik 99,21%. Selain itu, sensor proximity kapasitif untuk mendeteksi sampah organik memiliki tingkat keberhasilan 95%, sedangkan sensor proximity induktif untuk mendeteksi sampah anorganik mencapai tingkat keberhasilan 97,5%. Tujuan Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatisasi tempat sampah yang dapat memberikan

notifikasi saat sudah penuh. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik, memungkinkan tempat sampah untuk memilah antara sampah organik dan anorganik. Metode Metodologi yang digunakan oleh penelitian tersebut yaitu blok diagram Pencapaian Ke – 3 Penulis (Liza Fitria, Fazri Amir, Rahmad Bahr i 2020) Judul Smart Trash Menggunakan Metode Clustering Dengan Pendekatan Centroid Linkage 6 Hasil Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi sampah logam yang menggunakan sensor induktif dengan metode clustering dan pendekatan centroid linkage mampu mengidentifikasi sampah dalam rentang jarak -4 mm dari objek dengan tingkat akurasi sebesar 71%. Sementara itu, sistem pendeteksi sampah non-logam yang memanfaatkan sensor ultrasonik dengan metode serupa dapat mengenali sampah pada jarak 3-18 cm dari objek dengan akurasi mencapai 85,7%. Tujuan Tujuan penelitian ini adalah implementasi metode clustering dengan pendekatan centroid linkage pada Smart Trash. Metode Metode yang digunakan penelitian ini adalah metode clustering dengan pendekatan centroid linkage.

## 2.2 Tinjauan Teoritis

Tinjauan teoritis merupakan referensi bagian yang berisikan teori-teori yang menuju hasil dari pembahasan yang akan diangkat dengan bantuan dari beberapa dokumen ilmiah, jurnal, dan artikel ilmiah.

### 2.2.1 Pengertian Sampah

Sampah menjadi permasalahan sulit yang dihadapi oleh berbagai negara- negara di dunia. Isu ini bersifat global dan telah menjadi faktor fenomena yang umum terjadi diberbagai negara. (Astuty 2022). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Sampah adalah barang atau material yang telah digunakan dan kini tidak memiliki nilai atau kegunaan lagi, sehingga memerlukan pemilihan dan penanganan khusus untuk dibuang agar tidak merugikan lingkungan, mencakup berbagai jenis seperti kemasan bekas, limbah rumah tangga, dan barang-barang yang telah mencapai akhir pemakaiannya, yang seringkali memerlukan proses pengelolaan yang efektif untuk meminimalkan dampak negatifnya terhadap ekosistem dan

Masyarakat. 2.2.2 Sistem Cerdas Sistem tertanam cerdas adalah suatu sistem yang memiliki tingkat kecerdasan yang menyerupai manusia, namun dengan tingkat kecerdasan yang lebih rendah. Kecerdasan yang diintegrasikan ke dalam sistem tertanam cerdas dirancang sedemikian rupa agar mencerminkan kemiripan dengan kecerdasan manusia. Tingkat kecerdasan dan pengetahuan yang dimiliki oleh sistem tersebut sangat bergantung pada pengembangnya. (Handoko, Prio 2023). 2.2 6 8 16 3 YOLO 7 YOLO, atau 1 "You Only Look Once 6 8 16 adalah salah satu pendekatan tercepat dalam deteksi objek menggunakan deep learning saat ini. Biasanya, proses klasifikasi objek melibatkan penggunaan algoritma klasifikasi seperti VGGNet atau Inception diterapkan pada setiap bagian kecil citra menggunakan metode sliding window. Meskipun metode ini mampu mendeteksi objek, kelemahannya terletak pada keterbatasan kecepatan karena algoritma harus dijalankan secara berulang. 6 YOLO pertama kali dikembangkan oleh Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, dan Ali Farhadi. Metode ini membagi gambar atau video input menjadi grid berukuran  $S \times S$  untuk mendeteksi objek secara efisien. 13 Grid ini bertanggung jawab untuk mendeteksi objek apabila titik tengah koordinat Ground Truth (GT) dari suatu objek berada di dalam grid tersebut. Pendekatan ini memungkinkan YOLO untuk melakukan scanning citra hanya sekali, menjadikannya metode yang efisien dan cepat dalam deteksi objek. Dibandingkan dengan algoritma pengenalan, metode deteksi objek ini tidak hanya memproyeksikan jenis kelas objek, tetapi juga mengidentifikasi lokasinya. Pendekatan ini melibatkan penggunaan satu jaringan saraf tiruan pada citra secara menyeluruh, membaginya ke dalam berbagai wilayah dan memprediksi bounding boxes serta probabilitas di setiap wilayah. Setiap bounding box dihasilkan berdasarkan probabilitas prediksi. (Amari 2023) 2.2.4 Konveyor Konveyor merupakan alat yang umum digunakan di industri sebagai jalur otomatis untuk memindahkan barang sesuai rute yang telah ditentukan. Dalam industri, konveyor sering dimanfaatkan untuk memindahkan barang

dalam jumlah besar secara terus-menerus. Salah satu jenis konveyor yang sering dijumpai adalah roller conveyor, yang biasanya dipasang pada posisi tetap tanpa memerlukan pemindahan alat. Roller conveyor menggunakan roller sebagai lintasan untuk memindahkan barang atau material. (Simson, Azriadi, and Yusnira 2023).

#### 2.2.4.1 Penerapan Konveyor

Konveyor adalah alat yang digunakan untuk memindahkan barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Dalam konteks ini, konveyor dimanfaatkan untuk mengangkut sampah yang menumpuk di bantaran sungai, yang menjadi salah satu penyebab banjir. Penerapan konveyor dapat dilakukan di sepanjang sisi bantaran sungai dengan posisi miring, menyerupai eskalator. (Rimas Marannu 2018).

#### 2.2.5 Belt Conveyor

Belt conveyor merupakan sistem pengangkutan material yang menggunakan sabuk berkelanjutan untuk menggerakkan barang dan bahan. Sabuk yang digunakan pada belt conveyor biasanya terbuat dari material yang tahan aus dan mampu menahan beban berat. Sabuk ini diposisikan di atas puli-puli yang berputar untuk mengalihkan barang atau bahan dari satu titik ke titik lain. Fungsi utama belt conveyor adalah untuk mentransportasi material atau barang agar lebih mudah memindahkan dan lebih efisien. Belt conveyor biasanya digunakan untuk mentransfer barang dalam jumlah besar.

#### Gambar 2. 1 Belt Conveyor

#### 2.2.6 Lengan Robot

Lengan Robot atau dikenal sebagai Robot Manipulasi adalah robot yang hanya memiliki bentuk seperti lengan manusia. Robot ini menggunakan aktuator berupa motor servo untuk menggerakkan seluruh bagiannya. Lengan robot umumnya digunakan dalam industri, khususnya untuk memilah barang di pabrik. Selain meningkatkan efisiensi waktu, robot ini dipilih karena mampu menghasilkan pekerjaan yang lebih akurat dibandingkan manusia, mengingat robot tidak mengalami kelelahan dan memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah dalam menempatkan barang. Dalam penerapannya, lengan robot berfungsi untuk mengambil dan memindahkan objek atau barang. Barang yang diangkat sebaiknya memiliki dua 9

sisi yang rata agar dapat dijepit atau dipegang dengan baik oleh gripper lengan robot. (Wibowo 2020). Gambar 2. 2 Lengan Robot Lengan Robot yang digunakan pada gambar 2.5 menggunakan servo sebagai alat penggerak. Lengan robot di atas menggunakan 4 DOF (4 Servo) yang digunakan untuk menggerakkan lengan robot.

### 2.2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu sistem terpadu yang mencakup unit pemrosesan pusat (CPU), memori, dan perangkat Input/Output (I/O) yang terintegrasi dalam suatu chip tunggal: Fungsi utama mikrokontroler adalah mengontrol operasi dari suatu sistem atau perangkat elektronik. Mikrokontroler sering kali digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan kendali otomatis atau pengaturan, termasuk dalam perangkat elektronik sehari-hari seperti mesin cuci, oven microwave dan kendaraan. Beberapa karakteristik umum mikrokontroler meliputi:

1. CPU (Central Processing Unit) Merupakan inti dari mikrokontroler yang melakukan eksekusi perintah dan mengontrol operasi keseluruhan.
2. Memori Memiliki jenis memori yang dapat menyimpan program (Flash ROM) dan data (RAM) yang diperlukan untuk operasi mikrokontroler.
3. Perangkat I/O (Input/Output) Berbagai pin dan antarmuka untuk berkomunikasi dengan perangkat lain atau mengontrol input dan output. Ini termasuk port GPIO (General Purpose Input/Output) untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan perangkat lainnya.
4. Timer dan Counter Modul ini memungkinkan mikrokontroler menghasilkan pulsa atau mengukur waktu, yang penting dalam aplikasi yang memerlukan sinkronisasi atau pemantauan waktu.
5. Komunikasi Serial Mendukung protokol komunikasi serial seperti UART atau SPI untuk berkomunikasi dengan perangkat eksternal.
6. Oscillator dan Clock Memiliki sumber osilator internal atau eksternal yang memberikan referensi waktu (clock) untuk operasi mikrokontroler.
7. Pemrograman Mikrokontroler dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman tertentu, seperti Assembly, C, atau Python, tergantung pada model dan produsennya.

### 2.2.8 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 (Revisi 3)



adalah salah satu varian mikrokontroler dalam keluarga Arduino yang dirancang untuk membuar proyek elektronik interaktif. “Uno” berarti “satu” dalam sebuah bahasa Italia, mencerminkan statusnya sebagai versi pertama dari platform Arduino yang menggunakan USB. Arduino Uno R3 adalah versi terbaru, yang banyak digunakan karena kompatibilitas, dokumentasi luas, dan kesederhanaan desainnya.

2 22 Arduino Uno

R3 adalah papan mikrokontroler yang menggunakan chip ATmega328P. ini dilengkapi dengan tombol reset, koneksi USB, jack daya, header ICSP, resonator keramik yang bekerja pada frekuensi 16 MHz, serta empat belas pin input/output digital, di mana enam pin di antaranya mendukung fungsi output PWM. (Mohankumar A. et al. 2024)

2 4 Perangkat

11 Arduino Uno memiliki berbagai fungsi, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan proyek.

Fungsi utamanya adalah sebagai pengendali untuk membaca input dari sensor atau perangkat lain, memproses data, dan mengontrol perangkat output. Berikut merupakan beberapa fungsi detail Arduino Uno: 1.

Membaca Data dari Sensor: a. Membaca Sinyal analog atau digital, seperti suhu, kelembapan, cahaya, tekanan, dan gerakan. 2. Mengontrol

Aktuator: a. Menggerakkan motor DC, motor servo, motor stepper, atau perangkat keras mekanis lainnya.

5 3. Komunikasi Data: a. Mengirimkan data melalui protokol UART, I2C, atau SPI ke perangkat lain, seperti

komputer, modul komunikasi, atau papan lain. 4. Interaksi dengan Pengguna:

a. Membaca input dari tombol, potensiometer, atau joystick. b.

Menampilkan informasi menggunakan LED, buzzer, layar LCD, atau layar

OLED 5. Proses Otomasi: a. Menggunakan logika pemrograman untuk

mengotomasi sistem seperti sistem irigasi, kontrol lampu, atau sistem

alarm Gambar 2.3 Arduino Uno R3 12.2.2.9 Motor Servo

Servo adalah perangkat yang dirancang untuk mengatur posisi sudut, putaran,

atau pergerakan suatu objek secara otomatis. Umumnya digunakan dalam

sistem kontrol otomatis, seperti robotika dan kendaraan otonom, servo

terdiri dari motor, gearbox, sensor umpan balik, dan kontroler

elektronik. Motor menggerakkan perangkat, gearbox memodifikasi kecepatan

dan torsi motor, sensor umpan balik memberikan informasi posisi, dan kontroler elektronik menghasilkan sinyal untuk mempertahankan atau mengubah posisi. Servo digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kontrol gerakan yang presisi, sering kali berperan dalam menjaga atau mencapai posisi tertentu. (Puadi and Hambali 2022). Gambar 2. 4

Motor Servo 2.2.10 Motor DC Menurut Arthur E. Fitzgerald, Charles Kingsley, dan Stephen D. Umans dalam bukunya yang berjudul, "Electric Machinery para penulis menjelaskan bahwa motor DC bekerja berdasarkan prinsip bahwa medan magnet yang dihasilkan oleh arus Listrik melalui belitan kawat di dalam motor menyebabkan rotor (komutator dan belitan rotor) berputar. 13 Gambar 2. 5 Motor DC 14 BAB III TAHAP PELAKSANAAN 3.1 Langkah - langkah Pelaksanaan Pada langkah-langkah pelaksanaan terdiri dari dua sub bab baru yaitu tahap pelaksanaan dan metodologi pengembangan, yang dijadikan acuan untuk dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir tersebut. 3.1.1 Tahap pelaksanaan Berikut di bawah ini merupakan tahap pelaksanaan yang dilakukan oleh peneliti. Gambar 3. 1 Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir 1. Identifikasi Masalah Identifikasi masalah adalah tahapan awal untuk memahami permasalahan yang sedang terjadi, sehingga pengembangan perangkat lunak dapat dilakukan dengan merinci fungsionalitasnya. 2. Tinjauan Pustaka Tujuan dari tinjauan pustaka adalah untuk memaparkan landasan teoritis yang mendukung penelitian, memahami kontribusi penelitian sebelumnya terhadap topik tersebut, dan mengidentifikasi celah pengetahuan yang mungkin dapat diisi oleh penelitian yang sedang dilakukan. 3. Perumusan Masalah Perumusan masalah pada tahap awal proses penelitian melibatkan beberapa langkah, termasuk mengidentifikasi masalah, menetapkan batasan, dan merinci masalah menjadi topik pembahasan yang lebih terperinci. Penyusunan masalah ini berfungsi sebagai panduan bagi peneliti untuk menetapkan tujuan utama penelitian agar sesuai dengan fenomena yang sedang diinvestigasi. 4. Analisis Kebutuhan Analisis kebutuhan merupakan tahap dalam penelitian

yang bertujuan untuk secara rinci mengenali jenis data yang diperlukan untuk mendukung jawaban terhadap pertanyaan dan pengujian hipotesis. Langkah ini juga memiliki peran krusial dalam mengelola data untuk memastikan kelancaran dan efisiensi pelaksanaan penelitian.

5. Perancangan Sistem Perancangan sistem adalah proses merinci dan merancang koneksi antar komponen – komponen dari sistem yang akan dibangun serta cara implementasinya. Selain itu, tujuan dari tahapan ini ialah implementasi prototipe agar sistem yang bekerja dapat bekerja secara efisien dan tepat sehingga akan menghindari potensi dari kerusakan.

6. Pengembangan Sistem Pengembangan sistem merujuk pada proses pembuatan, peningkatan, dan pemeliharaan sistem computer atau perangkat lunak. Hal ini mencakup semua langkah yang diperlukan untuk menghasilkan sistem yang berfungsi dengan kebutuhan dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Tujuan dari pengembangan sistem adalah untuk menciptakan Solusi yang efektif, efisien, dan dapat diandalkan.

7. Pengujian Sistem Pengujian sistem adalah proses yang melibatkan pengujian perangkat yang telah dibuat untuk menentukan apakah perangkat yang telah dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan dari pokok penelitian atau belum. Pengujian perangkat meliputi Pengujian pada sisi integritas kode dan pengujian dari kinerja perangkat yang telah dibuat.

8. Pengambilan Kesimpulan Pengambilan Kesimpulan adalah kemampuan untuk membuat Keputusan atau menarik kesimpulan yang tepat berdasarkan pemahaman yang komprehensif tentang masalah atau situasi yang dihadapi. Pengambilan kesimpulan dapat menjadi bagian penting dari banyak proses, termasuk penelitian ilmiah, analisis data, pengembangan strategi bisnis, dan pengambilan Keputusan pribadi atau profesional.

9. Penulisan Laporan Penulisan laporan adalah proses penyampaian informasi dengan perantara tulisan yang merangkum semua masalah, hasil, dan saran yang terstruktur sehingga akan menarik minat pembaca tanpa harus melihat hasil jadi dari perangkat atau sistem.

### 3.1.2 Metodologi pengembangan

Metodologi yang dikembangkan oleh peneliti ini adalah prototype. Metode ini mencakup teknik dan alat-alat pengembangan sistem yang digunakan dalam proses penelitian. Berikut di bawah ini merupakan model dari metode prototype yang digunakan peneliti. Gambar 3.2 Metode Prototype Gambar di atas menjelaskan proses alur permodelan tahapan perancangan metode prototype.

1. Studi Literatur & Identifikasi Masalah Tahapan awal dimana dilakukan studi literatur terkait sistem cerdas, Yolov5, dan lengan robot, serta identifikasi masalah yang perlu dipecahkan.
2. Perancangan Sistem Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem, termasuk pemilihan teknologi yang digunakan untuk klasifikasi sampah (Yolov5) jenis botol plastik, botol kaca dan kaleng, dan desain mekanisme serta kontrol lengan robot untuk pemilahan sampah.
3. Pengumpulan Data & Pelatihan Model Yolov5 Mengumpulkan dataset gambar sampah yang berbeda kategori untuk melatih model Yolov5, serta melakukan preprocessing data seperti anotasi dan augmentasi data.
4. Implementasi Sistem Klasifikasi & Pengoperasian Lengan Robot Setelah model Yolov5 dilatih, implementasikan sistem tersebut pada perangkat keras. Lengan robot akan bergerak berdasarkan hasil klasifikasi dari Yolov5 untuk memindahkan sampah ke tempat yang sesuai.
5. Pengujian & Evaluasi Kinerja Sistem Setelah implementasi, dilakukan pengujian terhadap sistem untuk mengukur akurasi model klasifikasi dan efektivitas gerakan lengan robot dalam memindahkan sampah.
6. Optimalisasi & Penyempurnaan Sistem Berdasarkan hasil pengujian, sistem akan dioptimalkan dan disempurnakan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi pemilahan sampah.
7. Penerapan & Implementasi Sistem Sistem yang sudah selesai diuji dan dioptimalkan diterapkan pada lingkungan nyata, seperti fasilitas pengolahan sampah untuk memilah sampah secara otomatis dengan lengan robot.

3.2 Metode Pengujian Penelitian ini menggunakan metode pengujian kotak hitam untuk melihat hasil fungsionalitas apakah sudah sesuai dengan kebutuhan dan menguji kode

program tersebut apakah sudah sesuai dengan konsep yang direncanakan atau belum. 18 BAB IV PERANCANGAN Bab 4 merupakan hasil dari rancangan-rancangan yang akan dikerjakan oleh peneliti untuk dapat membuat sistem yang akan dibuat, ini mencakup analisis sistem sebelumnya yaitu, spesifikasi kebutuhan yang digunakan adalah perangkat keras dan perangkat lunak, serta rancangan prototipe yang dikembangkan. 4.1 Analisis Sistem terdahulu Pada sistem cerdas pemilah sampah daur ulang dijadikan pembanding dalam penelitian ini dari tinjauan video yang berjudul “ Recycling Robots Using AI “ oleh Waste Robotics. Dalam penelitian ini mendapatkan kekurangan mengenai hasil dari pengambilan objek sampah yang tidak dapat diangkat atau diambil oleh lengan robot. mempertimbangkan permasalahan tersebut maka perlu dikembangkan pembaruan mengenai membandingkan hasil pengambilan objek sampah. 4.2 Spesifikasi Kebutuhan Sistem Baru Dalam merancang suatu sistem pada mikrokontroler, terdapat dua jenis spesifikasi alat yang dibutuhkan. Pertama, spesifikasi perangkat keras, dan kedua, spesifikasi perangkat lunak. Keduanya bertujuan agar sistem dapat beroperasi sesuai dengan hasil yang diharapkan. 7 18 4.2 7 18 1

Kebutuhan Perangkat Keras Perangkat keras adalah sebuah komponen yang secara fisik dapat dilihat langsung. Tabel 4. 1 Spesifikasi Kebutuhan

Perangkat Keras No Nama Perangkat Jumlah Kebutuhan 1 Arduino Uno R3 1 Sebagai mikrokontroler utama untuk menjalankan komponen yang digunakan 2 Motor Servo Mg90s 3 Untuk menggerakkan lengan robot 3 Robot Arm 1 Untuk mengambil objek sampah 4 PVC 4 Untuk membuat alat konveyor 5 Sambungan AS Shaft Coupler 1 Sebagai sambungan motor dc 6 Kulit Jok 2 Untuk alas pada konveyor 7 Motor DC 1

Untuk menggerakkan konveyor 8 Modul L298N 1 Untuk menggerakkan motor dc 19 9 Adaptor 12 Volt 1 Untuk menggerakkan konveyor 4.2 11 2 Kebutuhan

Perangkat Lunak Berikut adalah perangkat lunak yang digunakan oleh peneliti untuk membuat penelitian sistem tersebut berjalan dengan lancar. Tabel

4. 2 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak No Nama Perangkat

Kebutuhan 1 Windows 11 Sistem operasi yang digunakan dalam pengembangan 2 Arduino IDE Perangkat lunak untuk menuliskan kode program pada Arduino.

7 3 Visual Studio Code Aplikasi yang digunakan untuk membuat kode program pada python. 4.3 Perancangan Sistem Perancangan sistem adalah proses pembuatan desain yang mencakup berbagai langkah dalam pengolahan data untuk mendukung keberlangsungan suatu sistem. 4.3 1 1 Perancangan Pin Berikut di bawah ini merupakan perancangan pin pada sistem yang telah dibuat. Tabel 4. 3 Perancangan Pin Pin Arduino Uno Kebutuhan 9 Pin Servo Base 10 Pin Servo Elbow 11 Pin Servo Gripper Tabel 4.3 di atas, merupakan pin untuk menghubungkan komponen yang digunakan ke Arduino. Diperlukannya pengaturan pin tersebut yaitu berfungsi sebagai jalur komunikasi antara Arduino dengan lengan robot yang saling terhubung. 4.3 2 Skema Perancangan Elektronika 20 Gambar 4. 1 Skema Perancangan Elektronik Gambar 4.1 di atas adalah skema rancangan elektronik pada lengan robot. Rancangan ini menghubungkan Arduino Uno dengan Motor Servo yang ada pada lengan robot. 4.3.3 Diagram Alir Sistem Penelitian bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem cerdas yang mampu memilah sampah daur ulang berdasarkan klasifikasi objek dengan menggunakan Yolov5 sebagai model deteksi dan lengan robot sebagai alat eksekusi pemindahan sampah. Desain penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan utama yang diilustrasikan sebagai berikut di bawah ini merupakan gambar diagram alir pada sistem. 21 Gambar 4. 2 Tahapan Proses Kerja Gambar 4.2 di atas merupakan hasil dari tahapan proses kerja pada sistem yang telah dibangun. (1). Mulai Sistem diaktifkan, dan semua komponen seperti kamera, model Yolov5, dan lengan robot disiapkan untuk memulai proses (2). Kamera Menangkap Gambar - Kamera mendeteksi lingkungan dan mengambil gambar sampah yang ada - Gambar ini akan menjadi input untuk model Yolov5 (3). Model Yolov5 Memproses Gambar - Model Yolov5 melakukan deteksi objek pada gambar untuk mengidentifikasi jenis sampah, seperti botol

plastik, botol kaca, dan kaleng. - Deteksi ini menghasilkan bounding box dan label untuk setiap jenis sampah. (4). Klasifikasi Jenis Sampah Hasil deteksi Yolov5 digunakan untuk menentukan kategori sampah. Informasi ini penting untuk menentukan lokasi pemindahan oleh lengan robot. 22 (5). Validasi Hasil Deteksi Sistem memverifikasi apakah ada objek yang terdeteksi dengan benar: - Jika deteksi berhasil: Sistem melanjutkan ke langkah berikutnya (mengirimkan perintah ke lengan robot). - Jika deteksi gagal: Sistem kembali ke langkah model Yolov5 memproses gambar untuk mencoba mendeteksi ulang. (6). Kirim Perintah ke Lengan Robot Berdasarkan hasil klasifikasi, sistem mengirimkan perintah ke lengan robot (melalui Arduino) untuk mengambil sampah sesuai jenisnya. (7). Lengan Robot Mengambil Sampah Lengan robot bergerak ke posisi sampah dan menggunakan gripper untuk mengambil sampah sesuai dengan hasil klasifikasi. (8). Lengan Robot Memindahkan ke Tempat Sesuai Kategori Lengan robot memindahkan sampah ke tempat pembuangan yang sesuai (contohnya: wadah untuk botol plastik, botol kaca, dan kaleng). (9). Sistem Melanjutkan Deteksi Sampah Berikutnya - Sistem kembali ke langkah awal untuk menangani sampah berikutnya atau berakhir jika semua sampah sudah diproses. (10). Selesai Proses pemilahan sampah selesai jika semua objek sudah diproses. 4.3.4 Rancangan Fisik Sistem Desain fisik sistem cerdas pemilah sampah daur ulang dengan lengan robot dirancang untuk menempatkan seluruh komponen utama dalam sistem ini secara optimal. 23 Gambar 4. 3 Rancangan Fisik Sistem Gambar 4.3 di atas merupakan sebuah rancangan fisik atas yang menunjukkan bagian dari suatu perangkat elektronik yang dilengkapi dengan komponen utama yaitu, Arduino Uno, Motor Servo, dan Motor DC. 4.3.5 Perancangan Seluruh Komponen Gambar 4. 4 Rancangan Seluruh Komponen Gambar 4.4 di atas merupakan sebuah rancangan seluruh komponen yang digunakan oleh lengan robot dan konveyor. Komponen yang dipakai pada alat ini adalah Arduino Uno sebagai mikrokontroler, Motor Servo yang

digunakan untuk mengendalikan gerak lengan robot, Motor DC yang digunakan untuk menjalankan konveyor, Potensiometer yang digunakan untuk mengatur kecepatan gerak konveyor, dan Addaptor 15 Volt yang digunakan sebagai daya untuk mengaktifkan konveyor. Pada komponen tersebut digunakan atau dihubungkan guna untuk membentuk sebuah alat sistem cerdas pemilah sampah dengan menggunakan lengan robot sebagai alat untuk mensortir objek. Dengan Arduino Uno sebagai otak 24 utama atau pengendali utama yang menerima input dari hasil deteksi Yolo dan mengirimkan perintah pada Servo untuk mengambil objek yang sudah terdeteksi oleh Yolo dan dipindahkan sesuai dengan tempatnya.

4.3.6 Pengumpulan Dataset Pengumpulan dataset merupakan sebuah tahap yang dilakukan oleh peneliti dalam memproses pembuatan sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi dan lengan robot.

Pengumpulan dataset merupakan langkah penting yang dilakukan peneliti dalam pengembangan sistem cerdas pemilah sampah daur ulang. Dalam penelitian ini, dataset yang digunakan terdiri dari gambar-gambar yang diperoleh dari beberapa jenis sampah yang diklasifikasi ke dalam kategori sampah botol plastik, sampah botol kaca, dan kaleng.

Gambar-gambar tersebut diambil menggunakan perangkat smartphone pribadi peneliti dengan total dataset awal sebanyak 143 gambar.

Setelah melalui proses augmentasi, total dataset bertambah menjadi 365 gambar yang siap digunakan untuk melatih model dan

mengintegrasikannya dengan lengan robot pemilah sampah. Tabel 4. 4

Pengumpulan dataset No Gambar Keterangan 1 Contoh gambar yang akan dianotasikan dengan label (Kaleng). 25 2 Contoh gambar yang akan dianotasikan dengan label (Botol Kaca). 3 Contoh gambar yang akan dianotasikan dengan label (Botol Plastik). Tabel 4.4 di atas

merupakan contoh gambar yang akan dianotasikan dengan label botol plastik, botol kaca, dan kaleng. Seluruh gambar yang dikumpulkan oleh peneliti akan dijadikan dataset yang akan diproses pada tahap selanjutnya yaitu, pra- pemrosesan dan augmentasi gambar dengan



menggunakan platform roboflow. 4.3.7 Pre-processing dan Augmentasi

Pre-processing dan augmentasi akan memiliki beberapa proses yang akan dilakukan oleh peneliti untuk memperluas variasi pada dataset dengan menggunakan proses augmentasi pada gambar. Augmentasi merupakan metode yang digunakan untuk memodifikasi dan mengubah dataset yang telah dikumpulkan, sehingga menjadi lebih beragam. Proses ini dilakukan dengan berbagai pendekatan untuk mempersiapkan gambar sebelum melanjutkan ke tahap 26 berikutnya. **19 Tahapan ini memiliki peran penting dalam menjamin akurasi dan kualitas hasil penelitian.** Berikut merupakan penjelasan detail di bawah ini. Gambar 4. 5 Alur Pre-Processing dan Augmentasi Gambar 4.5 menunjukkan alur pre-processing dan augmentasi yang diterapkan oleh peneliti untuk meningkatkan variasi dataset sebelum dibagi menjadi data pelatihan dan pengujian. Proses dimulai dengan tahap anotasi atau pelabelan, kemudian dilanjutkan dengan auto orientasi, resize, flip horizontal dan vertical, rotasi 90 derajat, serta penyesuaian tingkat kecerahan (brightness). Berikut penjelasan rinci dari setiap langkah pada alur yang telah diuraikan sebagai berikut. 1. Anotasi/Labelling Proses ini merupakan langkah penting dalam mempersiapkan dataset sebelum pengembangan model sistem cerdas pemilah sampah daur ulang. Anotasi dilakukan secara manual oleh peneliti dengan menggunakan platform Roboflow sebanyak 227 gambar yang telah dikumpulkan. Proses ini mencakup penandaan objek dengan kotak pembatas dan pemberian label sesuai dengan kategori, yang bertujuan untuk menghasilkan dataset yang teranotasi dengan baik. Roboflow menyediakan antar muka yang efisien untuk membantu peneliti mengelola dan menganotasi dataset dengan cepat, mendukung pelatihan model pada tugas seperti klasifikasi gambar dan deteksi objek. Tabel 4. 5 Anotasi/Labeling No. Gambar Keterangan 27 1. Contoh gambar yang telah dianotasi dengan label (Botol Plastik). 2. Contoh gambar yang telah dianotasi dengan label (Botol Kaca). 3. Contoh gambar yang telah dianotasi dengan label (Kaleng). Tabel 4.6 di

atas merupakan contoh gambar pada saat proses anotasi dilaksanakan. Pada baris pertama merupakan contoh dari gambar botol plastik dan dianotasikan dengan label botol plastik, pada gambar kedua merupakan contoh botol kaca yang dianotasikan dengan label botol kaca, dan baris ketiga merupakan kaleng yang dianotasikan dengan label kaleng.

2. Auto Orientation Auto orientasi berfungsi untuk menyesuaikan orientasi pada gambar secara otomatis agar seragam sesuai dengan arah yang diinginkan. Fitur ini memperbaiki masalah orientasi yang mungkin terjadi akibat dari pengambilan gambar dari berbagai perangkat atau sudut pandang, seperti gambar yang terbalik atau miring. Auto orientasi bertujuan untuk, konsistensi data, meningkatkan akurasi model objek, mempermudah proses pengolahan data, dan memastikan kualitas dataset.

3. Resized 28 Resized merupakan proses mengubah ukuran gambar sesuai dengan dimensi yang diinginkan atau dibutuhkan oleh model. Fungsi utama pada resize adalah untuk menstandarisasi ukuran gambar dalam dataset, memastikan bahwa semua gambar memiliki resolusi yang konsisten dan dapat diproses dengan cara yang sama oleh model. Gambar 4.6 Resized Gambar 4.6 di atas merupakan hasil dari salah satu contoh gambar sebelum dan sesudah diresize dengan ukuran 640x640 untuk menjaga konsistensi dan kesesuaian dengan arsitektur serta parameter yang telah ditetapkan untuk model Yolov5.

4. Flip Horizontal dan vertical Flip horizontal dan vertical adalah teknik augmentasi yang membalikan gambar secara horizontal (kiri-kanan) atau vertical (atas-bawah). Fungsi utamanya adalah untuk menciptakan variasi dalam dataset dengan menghasilkan gambar-gambar baru yang berbeda dari yang asli, meningkatkan keragaman data pelatihan. 29 Gambar 4.7 Flip Horizontal dan Vertical Gambar 4.7 di atas merupakan hasil dari flip horizontal dan vertical dengan menggunakan teknik augmentasi. Tujuan dari flip horizontal dan vertical ialah untuk meningkatkan keragaman dataset, memperbaiki generalisasi pada model, meningkatkan kinerja pada data

yang berbeda, dan efisiensi dalam penggunaan data. 5. 90 derajat rotasi Rotasi 90 derajat adalah teknik augmentasi gambar yang memutas gambar sebesar 0 derajat dalam arah tertentu (searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam). Fungsi utamanya adalah untuk memperkenalkan variasi dalam dataset dengan mengubah sudut pandang gambar, memungkinkan model mengenai objek dari berbagai orientasi. Gambar 4. 8 Rotasi 90 derajat 30 Gambar 4.8 di atas merupakan contoh gambar botol kaca yang sudah dianotasikan dan diaugmentasikan dengan Teknik rotasi 90 derajat searah jarum jam, berlawanan arah jarum jam dan rotasi atas bawah (terbalik). Tujuan dari dilakukannya rotasi 90 derajat ialah untuk menambahkan variasi gambar, meningkatkan kemampuan generalisasi model menyesuaikan dengan variasi dunia nyata dan mengurangi bias arah pada label. 6. Brightness Brightness merupakan sebuah teknik augmentasi yang digunakan untuk menyesuaikan tingkat kecerahan pada gambar dataset. Dengan meningkatkan atau mengurangi kecerahan pada gambar, teknik ini memungkinkan variasi dalam pencahayaan yang berbeda dalam dunia nyata. Gambar 4. 9 Brightness Gambar 4.9 di atas merupakan salah satu contoh pada dataset yang sudah dianotasikan dengan label botol kaca dan sudah diaugmentasikan dengan teknik brightness sebesar 15%. Brightness bertujuan untuk menangani variasi pada pencahayaan, meningkatkan kualitas generalisasi model, memperbaiki akurasi, dan memperluas keragaman pada dataset. 4.3.8 Generate Data Tahapan ini akan membagi dataset yang sudah diproses melalui tahap pre- processing dan augmentasi. Setelah berbagai metode augmentasi diterapkan, jumlah gambar yang terkumpul mencapai 365 data. Selanjutnya, dataset ini akan dibagi menjadi tiga jenis data yaitu, data pelatihan (training), data validasi (valid), dan data pengujian (test). Berikut di bawah ini merupakan detail dari penjelasannya. 1. Data Pelatihan (Training Data) Data pelatihan digunakan untuk melatih model. Pada tahap ini, model belajar untuk mengenali pola dan fitur yang ada dalam

dataset. Data pelatihan 31 umumnya mencakup sebagian besar dataset dengan total 91% dari total data yang tersedia atau sebanyak 617 data. Model akan memproses data ini untuk menyesuaikan parameter-parameter yang dibutuhkan.

2. Data Validasi (Data Validasi) Data validasi digunakan untuk mengevaluasi kinerja model selama proses pelatihan. Tujuannya untuk mengatur dan memilih model terbaik dengan memonitor performa model yang dihasilkan dari data pelatihan. Data validasi mencakup 5% dari total dataset atau sebanyak 19 data dan tidak digunakan dalam proses pelatihan, hanya untuk evaluasi.

3. Data Pengujian (Test Data) Data pengujian digunakan setelah model selesai dilatih untuk mengevaluasi performa model yang telah dibuat. **15 Data ini berfungsi untuk mengukur kemampuan model dalam menggeneralisasi atau mengenali data yang belum pernah dilihat sebelumnya.** Biasanya, data pengujian mencakup 4% dari total dataset atau sebanyak 13 data dan tidak digunakan sama sekali selama proses pelatihan dan validasi.

4.3.9 Perancangan Pengujian Pada perancangan pengujian harus dilakukan tahap pengujian alat yang dibuat dapat dipastikan hasilnya akan sesuai atau tidak dengan rancangan sebelumnya. Pada pengujian ini, peneliti menggunakan pengujian Kotak Hitam

4.3.10 Perancangan Kotak Hitam Tabel 4. 6 Perancangan Kotak Hitam Tahap ke Aktivitas Hasil yang diharapkan

- 1 A Addaptor disambungkan pada colokan Berjalan dengan baik
- 2 Potensiometer digunakan untuk menggerakkan atau mengatur kecepatan motor dc. Berjalan dengan baik
- 3 Motor dc bergerak dengan lancar. Berjalan dengan baik
- 4 Motor Servo (Base) bergerak dengan lancar. Berjalan dengan baik
- 5 Motor Servo (Elbow) bergerak dengan lancar. Berjalan dengan baik
- 6 Motor Servo (Gripper) bergerak dengan lancar. Berjalan dengan baik
- 7 Lengan robot dapat bergerak lancar. Berjalan dengan baik
- 8 Konveyor dapat berjalan dengan lancar. Berjalan dengan baik
- 9 Program mengklasifikasikan botol plastik Berjalan dengan baik
- 10 Program mengklasifikasikan botol kaca Berjalan dengan baik
- 11 Program mengklasifikasikan kaleng Berjalan

dengan baik 12 Lengan robot mengambil botol plastik Berjalan dengan baik 13 Lengan robot mengambil botol kaca Berjalan dengan baik 32 14 Lengan robot mengambil kaleng Berjalan dengan baik 15 Lengan robot menempatkan botol plastik ke kontainer 1 Berjalan dengan baik 16 Lengan robot menempatkan botol kaca ke kontainer 2 Berjalan dengan baik 17 Lengan robot menempatkan kaleng ke kontainer 3 Berjalan dengan baik 33 BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 5.1 Hasil Rancangan yang telah dibuat sebelumnya akan direalisasikan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. 20 Hasil dari rancangan tersebut akan dijelaskan secara detail pada bagian berikut. 5.1.1 Hasil Perakitan Pada bagian ini merupakan hasil dari perakitan sistem yang dibuat berdasarkan kebutuhan komponen pada spesifikasi perangkat keras sebelumnya. Berikut merupakan hasil akhir dari prototipe sistem yang telah dibuat. Gambar 5. 1 Perancangan Modul L298N Gambar 5.1 di atas merupakan sebuah rangkaian Module L298N yang terhubung dengan Motor DC dan Addaptor 15V. Gambar 5. 2 Rangkaian Motor DC 34 Gambar 5.2 di atas merupakan rangkaian dari Motor DC yang terhubung dengan Addaptor 15V dan Module L298N yang dikontrol oleh Potensiometer untuk mengatur kecepatan Motor DC. Gambar 5. 3 Rancangan Lengan Robot Gambar 5.3 di atas merupakan rancangan atau desain dari lengan robot yang dilengkapi dengan 3 Servo Motor, fungsi servo tersebut digunakan untuk menggerakkan lengan robot. Gambar 5. 4 pengendali lengan robot dengan Arduino Uno R3 Gambar 5.4 merupakan rangkaian elektronik dari lengan robot atau 3 buah servo motor, dengan pin 9 servo pada bagian Base, pin 10 pada bagian Elbow dan pin 11 pada bagian Gripper. 35 5.1.2 Program Pada pembahasan kali ini menjelaskan proses terkait pemrograman pada sistem yang telah dibuat. 5.1.2.1 Visi Komputer Untuk Klasifikasi Berikut di bawah ini merupakan hasil dari pemrograman Visi Komputer untuk klasifikasi objek . Tabel 5. 1 Program Klasifikasi Objek Taha p ke Kode Penjelasan 1 Digunakan untuk membaca argument dari

baris perintah untuk deteksi YoloV5, pengaturan opsi inferensi, dan konfigurasi model

- 2 Memuat model YoloV5 dengan bobot dan perangkat yang ditentukan
- 3 Mengatur komunikasi serial dengan Arduino
- 4 Untuk mengirim perintah ke lengan robot melalui serial Arduino
- 5 Untuk deteksi objek dengan waktu pemrosesan dalam ms
- 6 Digunakan untuk menghitung ambang batas kepercayaan pada jenis objek yang sudah dilatih, misalnya 0.5 merupakan ambang batas minimum Tingkat kepercayaan pada objek yang sudah dilatih.
- 7 Digunakan untuk menggambar box atau kotak persegi pada objek yang terdeteksi.
- 8 Digunakan untuk menambahkan nama pada objek yang terdeteksi dan nilai kepercayaan objek.
- 9 Menghitung waktu pemrosesan program dalam milidetik.
- 10 Menginisialisasi sasi webcam atau sumber video. Yang digunakan untuk mengatur tinggi atau lebar pada frame.
- 11 Digunakan untuk menangkap frame.
- 12 Digunakan untuk memproses frame dan konversi frame ke RGB sebelum deteksi.
- 13 Untuk menghitung FPS.
- 14 Untuk menampilkan objek yang terdeteksi, kecepatan FPS, dan mengirim perintah objek yang terdeteksi ke lengan robot melalui serial Arduino.
- 15 Untuk menampilkan FPS pada frame hasil pemrosesan dan menampilkan frame hasil pemrosesan.

### 5.1.2.2 Hasil Pelatihan Model YoloV5

Hasil dari pelatihan model dataset sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi objek dan menggunakan lengan robot telah diklasifikasikan sesuai dengan tahapan yang telah dijelaskan pada bab 4 yaitu, tabel 5.2 Hasil Pelatihan YoloV5

NO	Hasil Keterangan
1.	Dari hasil program yang telah dijalankan sebanyak sepuluh kali, Botol Kaca terdeteksi dengan tingkat akurasi tertinggi mencapai 0.82 dari 1.00 atau setara dengan 82% dari 100%.
2.	Dari hasil program yang telah dijalankan sebanyak sepuluh kali, Botol Kaca terdeteksi dengan tingkat akurasi terendah mencapai 0.26 dari 1.00 atau setara dengan 26% dari 100%.
3.	Dari hasil program yang telah dijalankan sebanyak satu botol kaca dari sembilan tidak dapat terdeteksi atau gagal dalam

mendeteksi objek tersebut. 4. Dari hasil program yang telah dijalankan sebanyak 10 kali, 1 botol plastik terdeteksi dengan tingkat akurasi tertinggi mencapai 0.67 dari 1.00 atau setara dengan 67% dari 100% dari 9 botol plastik. 5. Dari hasil program yang telah dijalankan 1 botol plastik dari 10 botol terdeteksi dengan tingkat akurasi terendah mencapai 0.30 dari 1.00 atau setara dengan 30% dari 100%. 40 6. Dari hasil program yang telah dijalankan 4 botol plastik dari 10 botol plastik terdeteksi dengan tingkat akurasi rata-rata mencapai 0.42 dari 1.00 atau setara dengan 42% dari 100%. 7. Dari hasil program yang telah dijalankan sebanyak 10 kali, 2 kaleng dari 10 kaleng dapat terdeteksi dengan tingkat akurasi tertinggi mencapai 0.70 dari 1.00 atau setara dengan 70% dari 100%. 8. Dari hasil program yang telah dijalankan sebanyak 10 kali, 5 kaleng dari 10 terdeteksi dengan tingkat akurasi rata-rata mencapai 0.60 dari 1.00 atau setara dengan 60% dari 100%. 41 9. Dari hasil program yang telah dijalankan sebanyak 10 kali, 3 kaleng jenis coca cola dari 10 tidak dapat terdeteksi atau salah dalam mengklasifikasikan objek tersebut. Tabel di atas merupakan hasil deteksi sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi objek dengan menggunakan algoritma Yolov5 dan dengan tingkat akurasi atau confidence yang tertera pada hasil tersebut. 5.1.2.3 Pengendali Lengan Robot Berikut di bawah ini merupakan hasil dari pemrograman pengendali lengan robot. tabel 5. 3 Program Lengan Robot Tahap ke Kode Penjelasan 1 Servo servoBase; // Servo untuk base rotation Servo servoElbow; // Servo untuk elbow Servo gripper; // Servo untuk gripper Inisialisasi servo untuk setiap DOF yang digunakan. 21 24 2 void setup() { Serial.begin(9600); // Mulai komunikasi serial servoBase.attach(9); // Hubungkan servo base ke pin 9 servoElbow.attach(10); // Hubungkan servo elbow ke pin 10 gripper.attach(11); // Hubungkan gripper ke pin 11 // Set posisi awal moveToPosition(0, 45); // Base di 0° dan elbow d

```
i 45° closeGripper(); // Gripper di posisi tertutup (0°) Serial.println "Robot
arm is ready. "); } Digunakan untuk mengatur pin pada servo yang
akan digunakan dan menyetel posisi awal pada servo. void loop() {
42 3 if (Serial.available()) { String command = Serial.readStringUntil(
'\n'); // Baca perintah dari serial Serial.println "Command received:
+ command); Digunakan untuk membaca perintah dari serial yan
g diterima melalui program klasifikasi. 4 if (command == "plastic")
{ executePickAndPlace(0, 90, 70); // Ambil plastik dan pindahkan
ke tempat plastik } else if (command == "glass"
) { executePickAndPlace(0, 90, 90); // Ambil kaca dan pindahkan
ke tempat kaca } else if (command == "can") { executePickAndPlace(
0, 90, 110); // Ambil kaleng dan pindahkan ke tempat kaleng } el
se if (command == "no_object") { Serial.println "No object detected. Robot
arm will not move. "); } } Digunakan untuk mengeksekusi
berdasarkan jenis objek yang diterima melalui serial dari program
klasifikasi. 5 void executePickAndPlace(int baseAngle, int elbowPickAngle,
int basePlaceAngle) { // Posisi pengambilan barang moveToPosition(baseAngl
e, elbowPickAngle); // Gerak ke posisi pengambilan delay(1000
); // Stabilisasi openGripper(); // Buka gripper delay(500); closeGripp
er(); // Tutup gripper untuk mengambil barang delay(1000); // Stabil
isasi moveToPosition(baseAngle, 45); // Kembali ke posisi angk
at delay(1000); // Stabilisasi // Posisi penempatan b
arang moveToPosition(basePlaceAngle, 45); // Rotasi base ke temp
at penempatan delay(1000); openGripper(); 21 // Lepaskan barang delay(1000);
// Stabilisasi Program tersebut berfungsi untuk Gerakan pick - a
nd -place. Yang Dimana ketiga servo tersebut bergerak sesuai dengan
perintah atau pada posisi yang sudah ditentukan. 43 // Kembali
ke posisi awal moveToPosition(0, 45); closeGripper(); // Pastikan gripp
er tertutup di posisi aw 6 void moveToPosition(int basePos, int
elbowPos) { gradualMove(servoBase, servoBase.read(), basePos, 5); // Gerakk
an base secara bertahap gradualMove(servoElbow, servoElbow.read(),
```





REPORT #24742541

```
elbowPos, 5); // Gerakkan elbow secara bertahap } Digunakan untuk
menggerakkan lengan robot ke arah tertentu dan secara bertahap.
7 #Fungsi untuk membuka gripper void openGripper() {
  gradualMove(gripper, gripper.read(), 90, 5); // Posisi 90° untuk mem
  buka gripper } // Fungsi untuk menutup gripper void closeGripper()
  { gradualMove(gripper, gripper.read(), 0, 5); // Posisi 0° untuk men
  utup gripper } Program tersebut berfungsi untuk membuka dan menutup
  gripper atau penjepit. Dengan posisi 90 derajat untuk membuka dan
  0 derajat untuk menutup.
8 void gradualMove(Servo &servo, int
  startPos, int endPos, int stepDelay) { if (startPos < endPos) {
  for (int pos = startPos; pos <= endPos; pos++) { servo.write(po
  s); delay(stepDelay); // Mengatur kecepatan gerakan dengan delay }
  } else { for (int pos = startPos; pos >= endPos; pos--
  ) { servo.write(pos); delay(stepDelay); // Mengatur kecepatan gerak
  an dengan delay } } } Digunakan untuk mengatur kecepatan Gerakan
  dengan delay yang sudah ditentukan.
```

### 5.1.3 Hasil Pengujian Kotak Hitam

Berikut merupakan hasil dari pengujian kotak hitam sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi objek dan lengan robot.

Tahap	Keperluan	Hasil Pengujian
1	Addaptor	disambungkan pada colokan Berjalan dengan baik
2	Potensiometer	digunakan untuk menggerakkan atau mengatur kecepatan motor dc. Berjalan dengan baik
3	Motor dc	bergerak dengan lancar. Berjalan dengan baik
4	Motor Servo (Base)	bergerak dengan lancar. Berjalan dengan baik
5	Motor Servo (Elbow)	bergerak dengan lancar. Berjalan dengan baik
6	Motor Servo (Gripper)	bergerak dengan lancar. Berjalan dengan baik
7	Lengan robot	dapat bergerak lancar. Berjalan dengan baik
8	Konveyor	dapat berjalan dengan lancar. Berjalan dengan baik
9	Program mengklasifikasikan botol plastik	sebanyak 10. Berjalan dengan baik
10	Program mengklasifikasikan botol kaca	sebanyak 10. Berjalan dengan baik
11	Program mengklasifikasikan kaleng	sebanyak 10. Berjalan dengan baik

12 Lengan robot mengambil botol plastik Berjalan dengan baik 13 Lengan robot mengambil botol kaca Berjalan dengan baik 14 Lengan robot mengambil kaleng Berjalan dengan baik 15 Lengan robot menempatkan 3 botol plastik ke kontainer 1 dengan konveyor Berjalan dengan baik 16 Lengan robot menempatkan 3 botol kaca ke kontainer 2 dengan konveyor Gagal 17 Lengan robot menempatkan 3 kaleng ke kontainer 3 dengan konveyor Gagal 18 Lengan robot menempatkan 10 botol plastik ke kontainer 1 tanpa menggunakan konveyor Berjalan dengan baik 19 Lengan robot menempatkan 10 botol kaca ke kontainer 2 tanpa menggunakan konveyor Berjalan dengan baik 20 Lengan robot menempatkan 10 kaleng ke kontainer 3 tanpa menggunakan konveyor Berjalan dengan baik Pada tabel 5.4 di atas merupakan hasil dari pengujian kotak hitam yang dilakukan oleh peneliti. Berikut di bawah ini merupakan pembahasan dari hasil tabel di atas. (1). Dari 20 tahapan di atas pada tahap ke 9, hasil dari klasifikasi objek jenis botol plastik sebanyak 10 dari 10 objek adalah 100% dapat terdeteksi tanpa kendala dengan tingkat akurasi yaitu, satu botol plastik berhasil mencapai tingkat akurasi tertinggi yaitu 0.67 dari 1.00 atau setara dengan 67% dari 100%, tiga botol plastik mencapai 50% - 60%, empat botol plastik atau rata - rata mencapai 35% - 40% sedangkan dua botol yang terendah mencapai 30%. 45 (2). Pada tahap ke 10, botol kaca yang dapat terdeteksi adalah 90% atau 9 dari 10 objek yang terdeteksi dengan tingkat akurasi yaitu, satu botol kaca berhasil mencapai tingkat akurasi tertinggi sebanyak 82% dari 100%, dengan rata-rata 60%-70% dan akurasi terendah mencapai 26%. (3). Pada tahap ke 11, kaleng yang dapat terdeteksi adalah 70% dengan tingkat 30% kesalahan dalam klasifikasi atau gagal. Berikut merupakan tingkat akurasi keberhasilan dalam klasifikasi objek kaleng, dua kaleng mendapat tingkat akurasi tertinggi yaitu 70%, rata-rata 40% - 60% dan terendah salah dalam mengklasifikasikan objek dengan sesuai. (4). Pada tahap ke 15, lengan robot hanya

bisa meletakkan 2 jenis botol plastik kedalam kontainer yang sesuai dari 3 jenis botol plastik. (5). Pada tahap ke 16, lengan robot gagal dalam mengambil dan meletakkan 3 objek jenis botol kaca kedalam kontainer yang sudah ditentukan. (6). Pada tahap ke 17, lengan robot gagal dalam mengambil dan meletakkan 3 objek jenis kaleng kedalam kontainer yang sudah ditentukan. (7). Pada tahap ke 18, lengan robot berhasil dalam mengambil dan meletakkan objek jenis sampah botol plastik kedalam kontainer sebanyak 10 dari total 10 sampah botol plastik. Lengan robot berhasil dikarenakan objek sampah tersebut memiliki lebar ukuran 3cm dan berat 3 gram, oleh karena itu lengan robot berhasil dalam mengambil objek tersebut, jika objek memiliki lebar lebih dari 4cm dan berat lebih dari 15 gram maka kemungkinan lengan robot tidak akan berhasil dalam memindahkan objek tersebut. tingkat keberhasilan lengan robot dalam mengambil objek botol plastik adalah 100%. (8.) Pada tahap ke 18, lengan robot berhasil dalam mengambil dan meletakkan objek jenis sampah botol plastik kedalam kontainer sebanyak 8 dari total 10 sampah botol kaca. Lengan robot berhasil memindahkan dikarenakan 8 objek tersebut memenuhi syarat standar dalam batas berat dan ukuran yang dapat diambil oleh lengan robot yaitu, dengan lebar ukuran 3cm dengan berat 8 gram maka lengan robot masih bisa mengambil objek tersebut, dikarenakan batas maksimal lengan robot dapat mengambil objek adalah 4cm dan berat 15 gram. Tingkat keberhasilan lengan robot mengambil objek botol kaca adalah 80%. (9). Pada tahap ke 18, lengan robot berhasil dalam mengambil dan meletakkan objek jenis sampah botol plastik kedalam kontainer sebanyak 5 dari total 10 sampah kaleng. Kaleng tersebut dapat diambil dikarenakan memiliki lebar 3cm dan berat 3 gram adapun kaleng yang gagal dikarenakan memiliki diameter lebar 6cm dan berat 15gram oleh karena itu lengan robot tidak dapat mengambil objek tersebut. Tingkat keberhasilan lengan robot dalam mengambil objek kaleng adalah 50%.

46 BAB VI PENUTUP 6.1 Kesimpulan Berdasarkan penelitian dan perancangan sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi objek dengan menggunakan lengan robot, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini. (1). Melalui penelitian ini peneliti membangun sistem pemilah sampah daur ulang untuk memilah botol plastik, botol kaca dan kaleng dengan menggunakan algoritma Yolov5. (2). Pengujian kotak hitam menghasilkan tingkat keberhasilan 90% dari 20 pengujian kotak hitam. Dari pengujian botol plastik, botol kaca dan kaleng dengan masing-masing sebanyak 10 objek dan total sebanyak 30 menunjukkan bahwa hasil akurasi keberhasilannya yaitu sebesar 86.67%. (3). Hasil keberhasilan dari klasifikasi objek 10 botol plastik, 10 botol kaca, dan 10 kaleng dengan total 30 item dan sudah diuji sebanyak 10 kali adalah 86.67% tingkat keberhasilan dalam mendeteksi objek tersebut. (4). Lengan robot hanya berhasil mengambil objek dengan menggunakan konveyor yaitu sebanyak 2 jenis botol plastik dari 3 botol, gagal dalam mengambil botol kaca dan kaleng. (5). Lengan robot berhasil dalam mengambil dan meletakkan objek jenis sampah botol plastik, botol kaca, dan kaleng kedalam kontainer yang sudah ditentukan dengan tingkat akurasi sebanyak 76.66%

6.2 Saran Saran yang peneliti berikan kepada peneliti selanjutnya dalam mengembangkan sistem cerdas pemilah sampah daur ulang berbasis klasifikasi objek dengan menggunakan lengan robot adalah sebagai berikut ini. (1). Penelitian selanjutnya disarankan menjadi lengan robot yang lebih baik, supaya hasil yang didapatkan lebih baik, mengingat lengan robot yang digunakan oleh peneliti saat ini tidak kuat dalam mengangkat sebuah kaleng. (2). Penelitian selanjutnya menggunakan kamera eksternal yang terhubung ke laptop dengan kabel atau menggunakan webcam untuk menghindari delay yang berlebihan. (3). Gunakan nilai parameter dengan tepat pada saat pembuatan objek dataset dan perhatikan kecerahan pada saat pengambilan dataset, untuk menstabilkan atau meminimalisir kesalahan

REPORT #24742541

pada saat program visi komputer dijalankan.



REPORT #24742541

## Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	<b>0.87%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/2795/11/11.%20BAB%20IV.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/2795/11/11.%20BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
2.	<b>0.74%</b> repository.pip-semarang.ac.id <a href="http://repository.pip-semarang.ac.id/3499/2/541711206393T_SKRIPSI_OPEN_AC..">http://repository.pip-semarang.ac.id/3499/2/541711206393T_SKRIPSI_OPEN_AC..</a>	●
INTERNET SOURCE		
3.	<b>0.7%</b> ojs.unikom.ac.id <a href="https://ojs.unikom.ac.id/index.php/telekontran/article/download/4692/2670/">https://ojs.unikom.ac.id/index.php/telekontran/article/download/4692/2670/</a>	●
INTERNET SOURCE		
4.	<b>0.6%</b> ejournal.itn.ac.id <a href="https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/download/9820/5604/">https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/download/9820/5604/</a>	●
INTERNET SOURCE		
5.	<b>0.47%</b> kumparan.com <a href="https://kumparan.com/08-christian-very-silalahi/pemrograman-mikrokontroler-...">https://kumparan.com/08-christian-very-silalahi/pemrograman-mikrokontroler-...</a>	●
INTERNET SOURCE		
6.	<b>0.37%</b> jaspembuatanaplikasiskripsi.com <a href="https://jaspembuatanaplikasiskripsi.com/artikel/yolo-you-only-look-once-kele...">https://jaspembuatanaplikasiskripsi.com/artikel/yolo-you-only-look-once-kele...</a>	●
INTERNET SOURCE		
7.	<b>0.36%</b> eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6061/9/BAB%20IV.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6061/9/BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
8.	<b>0.34%</b> repository.unsri.ac.id <a href="http://repository.unsri.ac.id/87125/12/RAMA_55201_09021381924102_02220580...">http://repository.unsri.ac.id/87125/12/RAMA_55201_09021381924102_02220580...</a>	●
INTERNET SOURCE		
9.	<b>0.31%</b> www.cipatujah-tasikmalaya.desa.id <a href="https://www.cipatujah-tasikmalaya.desa.id/hentikan-kebiasaan-membuang-sam.">https://www.cipatujah-tasikmalaya.desa.id/hentikan-kebiasaan-membuang-sam.</a>	●



REPORT #24742541

INTERNET SOURCE		
10. 0.28%	repository.uinjkt.ac.id <a href="https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/48193/1/FAHMI%20...">https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/48193/1/FAHMI%20...</a>	● ●
INTERNET SOURCE		
11. 0.26%	repository.ub.ac.id <a href="http://repository.ub.ac.id/11750/1/BAB%20IV.pdf">http://repository.ub.ac.id/11750/1/BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
12. 0.25%	dspace.uui.ac.id <a href="https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/10252/BAB%201.pdf?sequ...">https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/10252/BAB%201.pdf?sequ...</a>	●
INTERNET SOURCE		
13. 0.25%	journal.unsika.ac.id <a href="https://journal.unsika.ac.id/index.php/systematics/article/download/5874/3061">https://journal.unsika.ac.id/index.php/systematics/article/download/5874/3061</a>	●
INTERNET SOURCE		
14. 0.25%	repository.uinjkt.ac.id <a href="https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/65774/1/RIZKI%20U..">https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/65774/1/RIZKI%20U..</a>	●
INTERNET SOURCE		
15. 0.21%	djournals.com <a href="https://djournals.com/klik/article/download/2023/1141/8655">https://djournals.com/klik/article/download/2023/1141/8655</a>	●
INTERNET SOURCE		
16. 0.21%	journal.unublitar.ac.id <a href="https://journal.unublitar.ac.id/ilkomnika/index.php/ilkomnika/article/download..">https://journal.unublitar.ac.id/ilkomnika/index.php/ilkomnika/article/download..</a>	●
INTERNET SOURCE		
17. 0.21%	journal.ppmi.web.id <a href="https://journal.ppmi.web.id/index.php/jcsit/article/download/1279/900/9256">https://journal.ppmi.web.id/index.php/jcsit/article/download/1279/900/9256</a>	●
INTERNET SOURCE		
18. 0.2%	eprints.upj.ac.id <a href="https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6063/11/11.%20BAB%20IV.pdf">https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6063/11/11.%20BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
19. 0.15%	www.sucofindo.co.id <a href="https://www.sucofindo.co.id/artikel-1/bisnis-alat-kesehatan-pastikan-produkm...">https://www.sucofindo.co.id/artikel-1/bisnis-alat-kesehatan-pastikan-produkm...</a>	●
INTERNET SOURCE		
20. 0.14%	ejurnal.umri.ac.id <a href="https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/JIK/article/download/6952/2899/">https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/JIK/article/download/6952/2899/</a>	●



REPORT #24742541

INTERNET SOURCE

21. **0.13%** wokwi.com

<https://wokwi.com/projects/402990400669286401>



INTERNET SOURCE

22. **0.13%** journal.unsika.ac.id

<https://journal.unsika.ac.id/index.php/barometer/article/view/1395/1154>



INTERNET SOURCE

23. **0.12%** www.gramedia.com

<https://www.gramedia.com/literasi/proposal-penelitian/?srsltid=AfmBOopQrM9...>



INTERNET SOURCE

24. **0.07%** www.prateeks.in

<https://www.prateeks.in/2020/06/workshop-2.html>



INTERNET SOURCE

25. **0.06%** forum.upbatam.ac.id

<https://forum.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/6896>



● QUOTES

INTERNET SOURCE

1. **0.03%** jaspembuatanaplikasiskripsi.com

<https://jaspembuatanaplikasiskripsi.com/artikel/yolo-you-only-look-once-kele...>