

Pendeteksian Objek Hasil Pengepresan Kaleng dan Botol dengan Metode You Only Look Once (YOLO) yang Diaplikasikan pada Mesin Sortir Pembelajaran PBL

Diono¹, M. Jaka Wimbang Wicaksono¹, Adlian Jefiza¹ and Dimas Rama Prayudha¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Mekatronika

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: diono@polibatam.ac.id, jakawimbang@polibatam.ac.id, adlianjefiza@polibatam.ac.id, dimasrama70@gmail.com

Abstrak

Image Processing (pengolahan citra) adalah sebuah teknik mengolah gambar dengan input suatu gambar dan menghasilkan suatu gambar juga. Salah satu fungsi dari *Image Processing* yang ingin penulis terapkan adalah pendeteksian adanya sebuah objek dari suatu gambar diam maupun gambar bergerak. Dalam penerapan tersebut, objek yang akan diidentifikasi oleh penulis akan diaplikasikan pada mesin sortir PBL yang berupa kaleng dan botol. Pada perancangan sistem ini digunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) serta beberapa *library*. YOLO merupakan algoritma untuk mendeteksi suatu objek menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) dari sebuah citra yang mana jaringan ini membagi citra menjadi beberapa wilayah dan memprediksi setiap kotak pembatas dan probabilitas untuk setiap wilayah dari citra tersebut. Penulis juga menggunakan *webcam* untuk mendeteksi objek tersebut dan *Motor Servo* sebagai penyortir pada Mesin Sortir PBL. Hasil dari penelitian tugas akhir ini adalah sistem yang dapat mendeteksi objek kaleng dan botol dengan baik dan menghasilkan keakuratan yang tepat serta mampu menggerakkan penyortir berdasarkan data output dari hasil pendeteksian tersebut.

Kata kunci: *Image Processing, You Only Look Once, Mesin Sortir PBL, Webcam, Motor Servo.*

Abstract

Image Processing is a technique of processing images with the input of an image and producing an image as well. One of the functions of Image Processing that the author wants to apply is the detection of an object from a still image or a moving image. In this application, the object to be identified by the author will be applied to the PBL sorting machine in the form of cans and bottles. In designing this system, the You Only Look Once (YOLO) method is used and several libraries. YOLO is an algorithm for detecting an object using an artificial neural network (ANN) from an image where this network divides the image into several regions and predicts each bounding box and probability for each region of the image. The author also uses a webcam to detect the object and a Servo Motor as a sorter on the PBL Sorting Machine. The result of this final project is that the system can detect objects cans and bottles properly and produce precise accuracy and is able to move the sorter based on the output data from the detection results.

Keywords: *Image Processing, You Only Look Once, PBL Sorting Machine, Webcam, Servo Motor.*

1. Pendahuluan

Tentunya di era yang semakin modern ini, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin pesat, khususnya pada teknik *image processing* (pengolahan citra) yang banyak digunakan saat ini dalam aplikasi yang memudahkan banyak aktivitas manusia saat ini dan mengaplikasikannya dalam berbagai bidang. *Image processing* (pengolahan citra) adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengolah gambar dengan masukan (*input*) berupa citra (*image*) dan hasilnya (*output*) juga berupa citra (*image*). Manfaat penggunaan pengolahan citra diantaranya adalah untuk meningkatkan kualitas pada gambar, deteksi keberadaan objek, identifikasi adanya cacat pada gambar, dan lain sebagainya. Dari beberapa manfaat teknologi tersebut, maka diharapkan adanya suatu aplikasi yang dapat mendeteksi atau menangkap adanya jenis objek dari sebuah *webcam*.

Dengan adanya pendeteksian objek maka dapat mempermudah proses mengidentifikasi jenis objek dari suatu gambar sesuai dengan yang diinginkan dengan cara yang modern yaitu bisa dengan menggunakan kamera pada laptop atau *webcam*. Pada proyek akhir ini output dari hasil pendeteksian yang berupa kaleng atau botol akan dijadikan data untuk menggerakkan penyortir pada mesin sortir. Metode yang digunakan yaitu penggunaan metode *You Only Look Once* (YOLO) sebagai pendeteksian objek dan *software arduino* dalam menggerakkan motor servo sebagai penyortir pada mesin sortir serta beberapa *library* dan beberapa komponen pendukung lainnya. Alasan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) karena pengimplementasiannya cepat diterapkan dan akurasi yang dihasilkan sangat baik untuk rasio yang diperlukan selama perhitungan.

Sampai saat ini sudah banyak penelitian yang mengarah pada permasalahan ini, khususnya dalam penggunaan *image processing* (pengolahan citra) yang diterapkan untuk mengidentifikasi objek yang dilakukan oleh H. Mulyawan, M. Z. H. Samsono dan Setiawardhana dari ITS Surabaya pada tahun 2012 [1]. Lalu terdapat juga penelitian terkait penerapan metode *You Only Look Once* (YOLO) untuk mendeteksi plat nomor kendaraan otomatis yang dilakukan oleh A. Aprilino dan Imam H. Al Husni dari Universitas Stikubank Semarang pada tahun 2022 [2]. Dari uraian tersebut maka penulis berharap dapat menyelesaikan pembuatan suatu sistem dengan metode *You Only Look Once* (YOLO) yang dapat mengidentifikasi atau mendeteksi adanya jenis objek yang mana hasil deteksi tersebut sebagai data untuk menggerakkan penyortir pada mesin sortir pembelajaran PBL menggunakan *webcam*. Dimana jenis objek yang akan diidentifikasi akan berfokus pada objek yang berupa kaleng dan botol dari hasil pengepresan yang diaplikasikan pada mesin sortir saat perekaman tersebut.

2. Landasan Teori

2.1 Image Processing

Image Processing (pengolahan citra) adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengolah gambar dengan masukan (*input*) berupa citra (*image*) dan hasilnya (*output*) juga berupa citra (*image*). Citra yang dimaksud berupa gambar diam (foto) maupun gambar yang bergerak (*video*). Contoh citra misalnya foto udara, adanya objek atau benda dalam suatu gambar, *face detection*, hasil tomografi organ tubuh dan lain sebagainya[1].

Sebenarnya citra merupakan angka, sehingga dapat diproses secara digital. Proses citra menjadi citra digital dinamakan dengan digitasi. Digitasi merupakan proses dari mengubah suatu teks, gambar ataupun suara dari suatu objek yang dapat dilihat/dibaca oleh data elektronik dan kemudian disimpan serta dapat digunakan untuk proses lainnya. Dalam konteks yang luas, pengolahan citra digital lebih tertuju pada proses data dengan bidang dua dimensi. Penggunaan pengolahan citra sendiri bertujuan untuk memperbaiki kualitas dari suatu citra hingga bisa diinterpretasi dengan mudah oleh manusia atau sebuah mesin (komputer).

Manfaat pengolahan citra pada awalnya hanya untuk memperbaiki kualitas dari suatu citra, namun dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan terkait dengan dunia komputasi ilmu-ilmu komputer dan semakin meningkatnya kecepatan proses serta semakin besar juga kapasitas dari suatu komputer maka memungkinkan manusia dalam mencari suatu informasi dari suatu citra. Salah satu dari manfaat pengolahan citra pada saat ini yaitu sebagai pengidentifikasian benda dengan *object detection* menggunakan kamera, tentunya hal ini dapat mempermudah pekerjaan manusia dan mempermudah proses identifikasi dari suatu objek sesuai dengan keinginan manusia tersebut. Apalagi dengan cara yang lebih modern ini proses identifikasi hanya perlu menggunakan komputer yang sudah dilengkapi dengan kamera/*webcam* dan menggunakan beberapa *software* saja.

2.1.1 Object Detection

Salah satu fungsi dari *Image Processing* diantaranya adalah *object detection* atau pendeteksian adanya sebuah objek dari suatu gambar. Ketika manusia melihat sebuah gambar, otak manusia dapat langsung mengenali seperti apa objek dalam gambar tersebut, jenis dari objek itu, posisi objeknya, dan kondisi interaksi yang terjadi. Sistem visual manusia bekerja dengan sangat cepat dan akurat yang memungkinkan untuk melakukan tugas-tugas secara kompleks. Algoritma deteksi objek yang cepat dan akurat akan memungkinkan sebuah komputer dapat melakukan sesuatu yang mirip dengan sistem visual manusia dan berpotensi menyelesaikan tugas yang kompleks juga [3].

Secara umum *object detection* (pendeteksian

objek) dalam *Image Processing* (pengolahan citra digital) adalah sebuah proses yang digunakan untuk mengenali adanya sebuah objek dan mengetahui keberadaan objek tersebut dalam sebuah citra digital. Proses deteksi dapat dilakukan dengan berbagai cara dengan penggunaan beberapa metode yang mana umumnya metode tersebut membaca fitur-fitur objek pada citra input. Fitur-fitur objek dalam input gambar akan dibandingkan dengan fitur model yang digunakan atau template. Hasil perbandingan ini dapat digunakan untuk menentukan apakah objek tersebut terdeteksi sesuai dengan template yang diinginkan. *Object detection* (pendeteksian objek) perlu melatih dan menguji kumpulan data-data tertentu terhadap *bounding boxes* (kotak pembatas) dan akan menghasilkan penamaan/label jenis dari setiap objek yang digunakan ketika proses pendeteksian.

2.2 Pemrograman Bahasa C++

Pemrograman bahasa C++ adalah bahasa pemrograman komputer yang diciptakan Bjarne Stroustrup yang dikembangkan dari bahasa pemrograman C pada awal 1980-an. Pertama kali C++ muncul sebagai C yang diperancang dengan fasilitas kelas. Untuk mendukung fitur pada C++ dibuatkan efisiensi dan sistem support untuk pemrograman tingkat rendah (*low level coding*). Bahasa ini kini telah dikembangkan lagi menjadi multi purpose programming language yang bisa dipakai untuk membuat berbagai aplikasi, terutama aplikasi desktop. Selain itu, C++ juga banyak digunakan pada industri pengembangan perangkat lunak komersial. Adapun perangkat lunak yang telah ditulis menggunakan pemrograman bahasa C++ adalah MacOS, Microsoft Windows 8, Microsoft Office, Adobe Creative Suite dan lain sebagainya[4].

2.3 Socket

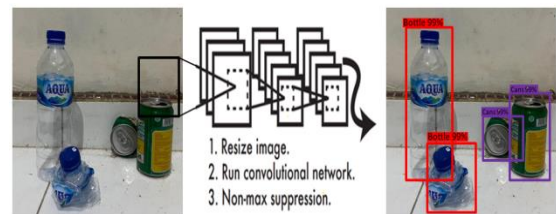
Socket adalah suatu kelas yang disediakan oleh beberapa pemrograman yang digunakan oleh aplikasi untuk saling berhubungan sebagai pertukaran data dan informasi jaringan. Socket terdiri dari beberapa elemen utama seperti protokol, local IP, local port, remote IP dan remote port. Socket memiliki dua tipe yaitu *stream socket* dan *datagram socket*, yang mana pada penelitian ini digunakan *stream socket*. *Stream socket* menggunakan protokol yang dinamakan *Transmission Control Protocol* (TCP). Pada TCP digunakan konsep *connection-oriented*, maknanya koneksi antar perangkat atau node dibangun dan dijaga keterhubungannya sampai komunikasi yang dilakukan oleh node selesai.

Maka data/informasi yang dikirimkan akan bergaransi dan terdeteksi jika terjadi gangguan. Komunikasi menggunakan program socket TCP masing-masing program harus membuat socket yang saling berhubungan satu sama lain. Yang mana terdapat satu socket menjadi pendengar dan satu

socket akan mengirim permintaan sambungan ke socket pendengar tadi. Begitu komunikasi terjadi maka program akan bisa membuat input dan output untuk koneksi ini, komunikasi akan terjadi terus hingga salah satu program menutup koneksi[5].

2.4 You Only Look Once (YOLO)

You Only Look Once (YOLO) adalah sebuah algoritma deep learning yang digunakan untuk mendeteksi sebuah objek dari suatu citra atau gambar. Kebanyakan sistem pendeteksian menggunakan pengklasifikasian atau *localizer* untuk melakukan deteksi dengan menerapkan model ke gambar di beberapa lokasi dan skala memberi nilai pada gambar sebagai bahan untuk pendeteksian. Pada YOLO arsitekturnya mirip dengan *Convolutional Neural Network* (CNN) tetapi YOLO hanya menggunakan lapisan konvolusi dan lapisan pooling sehingga pendekatannya berbeda dengan algoritma sebelumnya karena memiliki kelebihan yang cepat dan akurat daripada CNN dalam pendeteksian objek dengan menerapkan sebuah jaringan syaraf tunggal (JST) pada keseluruhan citra tersebut. Jaringan Saraf Tunggal (JST) sendiri membuat citra terbagi menjadi beberapa wilayah dan memprediksi setiap probabilitas untuk setiap wilayah dan kotak pembatas, yang mana kotak pembatas ini kemudian dibandingkan dengan setiap probabilitas yang diprediksi untuk mengklasifikasikannya sebagai objek atau bukan[6]. Adapun sistem pendeteksian YOLO dapat dilihat pada gambar 1.

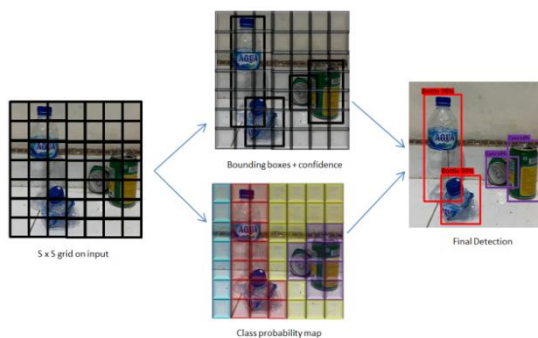


Gambar 1. Sistem Pendeteksian You Only Look Once (YOLO)

Pendeteksian merupakan hal yang kompleks dibandingkan dengan pengklasifikasian, klasifikasi dapat mengenali objek tetapi tidak dapat memberi tahu dimana letak objek tersebut. Pada sistem pendeteksian YOLO membagi citra input ke dalam suatu *grid* sel berukuran $S \times S$, yang ukurannya tergantung pada input *size* yang digunakan pada suatu arsitektur. Setiap sel akan memprediksi objek dengan kotak pembatas beserta *confidence* yang merupakan nilai probabilitas keberadaan suatu objek pada kotak pembatas tersebut. Setelah kotak pembatas dipetakan berdasarkan nilai *confidence* yang dihasilkan, YOLO akan memprediksi kelas dari objek yang terdapat pada kotak pembatas tersebut serta kemungkinannya hingga terbentuklah peta kelas probabilitas. Jadi sederhananya gambar/citra adalah input, lalu terdapat kotak pembatas dan peta kelas probabilitas pada output.

Terdapat juga *Intersection Over Union* (IOU) yang akan menentukan kesesuaian luas dari kotak

pembatas yang diprediksi dengan objek yang sesungguhnya pada citra. Dari seluruh hasil prediksi dari kotak pembatas yang dihasilkan, hanya yang melampaui *threshold* (nilai batas) yang akan digunakan dan terdapat *Non-max Suppression* (NMS) yang berfungsi untuk menghilangkan duplikasi yang ada pada kotak pembatas serta untuk mengevaluasi kotak pembatas yang terprediksi pada citra digunakan fungsi *Loss Function*. Dengan kata lain daerah kotak pembatas yang diberi nilai yang paling tinggi akan dijadikan sebagai pemisah objek satu dengan yang lain dan dianggap sebagai sebuah objek yang terdeteksi[2]. Berikut ilustrasi algoritma *You Only Look Once* (YOLO) dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi algoritma You Only Look Once (YOLO)

Dalam menggunakan algoritma YOLO terdapat beberapa kelebihan dibandingkan dengan sistem yang berorientasi pada *classifier*, terlihat dari seluruh citra pada saat dilakukan test dengan prediksi data yang dihasilkan dapat diinformasikan secara global pada citra. Untuk pendeteksian objek pada komputer disarankan menggunakan GPU pada saat komputasi sehingga proses menjadi lebih cepat dan waktu yang dihasilkan sangat jauh berbeda, bahkan bisa hingga berkali-kali lebih cepat daripada tanpa menggunakan GPU. Metode *You Only Look Once* (YOLO) mempunyai beberapa rumus pada saat pendeteksian yaitu sebagai berikut:

Rumus nilai *confidence*:

$$C(class) = Pr(class) \times IOUPred Truth \quad (2.1)$$

Keterangan:

$Pr(class)$ adalah probabilitas yang muncul dalam suatu region.

$IOUPred Truth$ adalah rasio tumpang tindih antara luas area dalam kotak prediksi dan area dalam *ground truth*.

Rumus nilai *final prediction*:

$$FPred(Class) = Pr(Class) \times Pr(Object) \times IOUPred Truth \times C(class) \quad (2.2)$$

Keterangan:

Nilai *final prediction* dihasilkan dengan cara mengalikan nilai kelas probabilitas dengan nilai

confidence dari kotak pembatas. Nilai ini menunjukkan seberapa akurat kotak pembatas memprediksi objek dan memperlihatkan kelas probabilitas yang muncul[7].

Rumus nilai Akurasi dalam pendeteksian objek:

$$\text{Nilai Akurasi Pendeteksian objek} = (i.\text{probabilitas} \times 100\%) \quad (2.3)$$

Keterangan:

Nilai Akurasi pendeteksian objek dihasilkan dengan cara mengalikan nilai i . probabilitas yang merupakan hasil dari keseluruhan probabilitas pendeteksian objek dengan nilai 100% sehingga menghasilkan akurasi dalam satuan persen.

2.5 Visual Studio

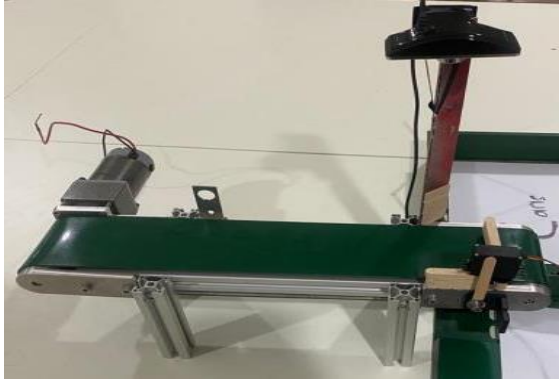
Visual Studio merupakan suatu tools atau software *Integrated Development Environment* (IDE) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan berbagai aplikasi berbasis desktop melalui *framework .NET*, seperti aplikasi personal, aplikasi bisnis atau komponen aplikasinya baik aplikasi windows, aplikasi console ataupun aplikasi web. Visual Studio mendukung beberapa penggunaan bahasa pemrograman seperti python, C++, C#, F#, Java Script dan beberapa bahasa pemrograman lainnya[8]. Selain memiliki dukungan bahasa pemrograman yang banyak, visual studio juga memiliki kelebihan lain dengan text editor yang disediakan secara gratis dan memiliki banyak *extension* yang mudah dikelola serta tentunya mudah untuk dipahami penggunaannya. Visual Studio juga bisa digunakan untuk menguji program (debugging) dan menghasilkan program berakhiran EXE yang bersifat executable atau dapat langsung dijalankan.

2.6 Mesin Sortir PBL

Mesin sortir adalah mesin yang dirancang untuk mempermudah manusia dalam melakukan pemisahan jenis suatu barang atau objek secara otomatis. Seperti yang diketahui saat ini banyak sekali aktivitas manusia yang memerlukan proses penyortiran barang terutama pada dunia industri, jika kegiatan ini dilakukan dengan cara manual tentunya memakan waktu dan prosesnya juga cukup menyulitkan manusia. Maka digunakanlah mesin sortir dengan tujuan untuk mempermudah kegiatan tersebut apalagi juga mesin sortir bisa diatur proses pemisahan barangnya sesuai dengan jenis barang yang diinginkan penggunaannya[9]. Mesin sortir yang digunakan kali ini merupakan hasil dari pembuatan berdasarkan metode pembelajaran kampus *Project Based Learning* (PBL).

Mesin sortir ini mengandalkan kinerja dari motor dc yang terhubung dengan sumber atau arus sebagai penggerak. Yang mana motor dc akan menggerakkan konveyor, konveyor sendiri sebagai tempat jalannya barang pada saat proses penyortiran. Terdapat juga *webcam* dan pemrograman deteksi objek yang menjadi otak dari mesin sortir untuk mendeteksi adanya barang yang akan dipisahkan

berdasarkan program yang telah dibuat, kemudian output dari hasil pendeteksian *webcam* akan digunakan untuk menggerakkan motor servo sebagai alat penyortir barang pada mesin sortir ini. Adapun barang yang akan disortir pada mesin sortir berupa hasil pengepresan kaleng dan botol dari mesin pressing. Adapun gambar dari mesin sortir dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Mesin Sortir PBL

2.7 Rosserial

Rosserial merupakan sebuah package dari *Robot Operating System* (ROS) bersifat *open source* yang memungkinkan penggunaannya untuk berkomunikasi antara ROS dengan perangkat lain dengan menggunakan komunikasi serial. Penggunaan *rosserial* sebagai perangkat lunak robot dapat digunakan untuk mengontrol perangkat keras elektronik dan deteksi objek berbasis pengolahan citra[12]. Maka dari itu pada penyusunan Tugas Akhir ini penulis menggunakan *rosserial* untuk menghubungkan data dari pemrograman menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) yang akan dikirimkan ke mikrokontroler (arduino) untuk menggerakkan sudut rotasi motor servo.

2.8 Kaleng dan Botol

Bagi kebanyakan orang kaleng adalah sebuah benda yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan atau wadah yang terbuat dari logam untuk mengemas makanan, minuman atau produk lainnya. Selain dari logam biasanya kaleng juga terbuat dari aluminium dan timah. Botol adalah wadah penyimpanan yang biasanya mempunyai leher yang lebih sempit dari badan dan mulutnya. Botol umumnya terbuat dari kaca, plastik atau aluminium, dan juga digunakan untuk menampung cairan seperti air, susu, soda, anggur, obat-obatan, sabun, dan tinta dan lainnya.

Setelah digunakan dan ketika sudah tidak terpakai biasanya kaleng dan botol akan menjadi sampah anorganik/*undegradable* yaitu sampah yang susah membusuk dan tidak dapat diuraikan kembali tetapi dapat didaur ulang dan bisa dimanfaatkan sebagai sebuah produk. Karena bisa didaur ulang dan dimanfaatkan banyak juga orang yang menjual botol dan kaleng bekas ke pengepul kaleng dan botol untuk didaur ulang atau dijadikan

manfaat lainnya[13].

Penggunaan mesin sortir pada hasil pengepresan kaleng dan botol adalah untuk membedakan jenis antara kedua barang tersebut secara otomatis. Hasil dari pengepresan kaleng dan botol biasa disebut kaleng penyok dan botol penyok, yang mana hasil ini akan diidentifikasi sebagai penelitian Tugas Akhir ini. Adapun gambar kaleng dan botol dapat dilihat pada gambar 4.

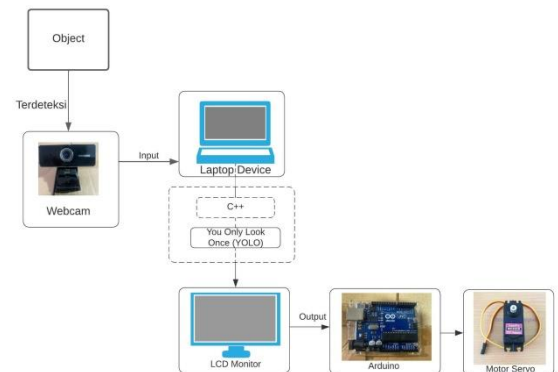


Gambar 4. Kaleng dan Botol

3. Metode

3.1. Perancangan Sistem Program

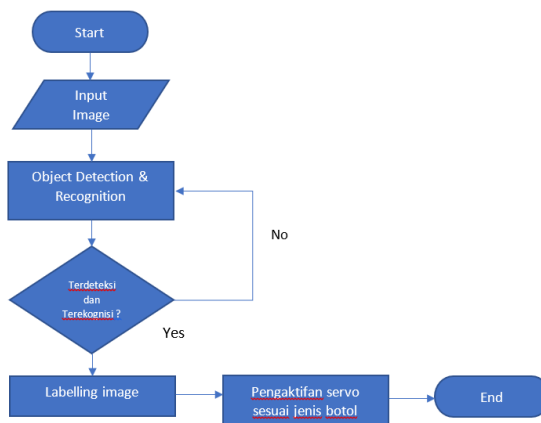
Pada tahap ini dalam perancangan pemrograman menggunakan implementasi dari metode *You Only Look Once* (YOLO) sesuai dengan blok diagram pada gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem Program

Blok diagram pada gambar 5 dapat dijelaskan bahwa webcam disambungkan pada laptop dan ditempatkan pada mesin sortir yang akan mendeteksi adanya objek, yang mana objek akan menjadi input berupa citra gambar yang akan dikirimkan ke laptop, kemudian input gambar tersebut akan diolah dengan *image processing* dengan menggunakan bahasa C++ sebagai pemrogramannya, *You Only Look Once* (YOLO) untuk metodenya dan beberapa *library*. YOLO mendeteksi suatu objek menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) dari sebuah citra yang mana jaringan ini membagi citra menjadi beberapa wilayah dan memprediksi setiap kotak pembatas dan probabilitas untuk setiap wilayah dari citra, sehingga komputer dapat mengidentifikasi objek berdasarkan

dari program yang telah dibuat dan metode yang ada. Output yang dihasilkan akan ditampilkan di LCD monitor berupa citra gambar yang mana jika terdeteksi oleh komputer akan diberi label penamaan objek tersebut dan jika tidak terdeteksi maka tidak ada labelnya. Data objek yang terdeteksi kemudian akan dikirimkan ke mikrokontroler (arduino) untuk menggerakkan arah rotasi motor servo yang digunakan sebagai penyortir pada mesin sortir.



Gambar 6. Flowchart Algoritma Sistem Program

Di tahap ini juga terdapat flowchart terkait algoritma sistem program untuk pendeteksian objek yang dapat dilihat pada gambar 6. Yang mana jika program vision dihidupkan maka *webcam* akan aktif dan mulai mendeteksi objek, objek tersebut akan dijadikan sebagai input data objek. Input data objek kemudian akan dikirim ke program penerima oleh socket TCP dalam bentuk program C++ (menggunakan visual studio). Input data tadi akan diproses oleh pemrograman dan metode YOLO yang mana sudah dibuat program untuk mendeteksi object dan rekognisinya dengan pelabelan/penamaan jenis objek berupa *Cans* (kaleng) atau *Bottle* (botol). Apabila objek tersebut sesuai dengan jenis objek klasifikasi maka objek akan diberi labeling antara *Cans* (kaleng) atau *Bottle* (botol) serta akurasinya, jika tidak sesuai maka program akan kembali ke *webcam* mencari objek lagi yang akan dijadikan input kembali. Selanjutnya data yang telah sesuai klasifikasi label objek akan dikirimkan ke mikrokontroler (arduino) dengan menggunakan komunikasi *rosserial* untuk menghasilkan sudut rotasi servo berdasarkan data pemrograman. Dimana posisi awal rotasi motor servo akan berada pada sudut 0° , jika program mendeteksi objek sebagai kaleng maka motor servo akan berotasi pada sudut 30° , sedangkan jika objek yang terdeteksi sebagai botol maka arah rotasi motor servo akan berada di sudut 90° dan apabila sudah tidak ada objek yang terdeteksi maka motor servo rotasinya akan kembali pada posisi awal.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Iterasi yang akan Digunakan pada Pendeteksian

Iterasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memiliki arti pengulangan, sedangkan pada penelitian ini lebih tepatnya Iterasi memiliki pengertian di mana proses pemrograman komputer yang diinstruksikan untuk melakukan proses berulang-ulang sampai kondisi tertentu telah terpenuhi agar mendekati hasil yang diinginkan. Tujuan penggunaan iterasi pada penelitian ini adalah untuk menghasilkan database objek yang baik dan akurat dari data gambar pada saat pendeteksian objek dilakukan. Adapun data gambar yang akan di *learning* dan digunakan menjadi data iterasi berjumlah 430 data gambar kaleng dan botol. Adapun hasil data iterasi yang akan digunakan pada pendeteksian objek kaleng dan botol adalah sebagai berikut:

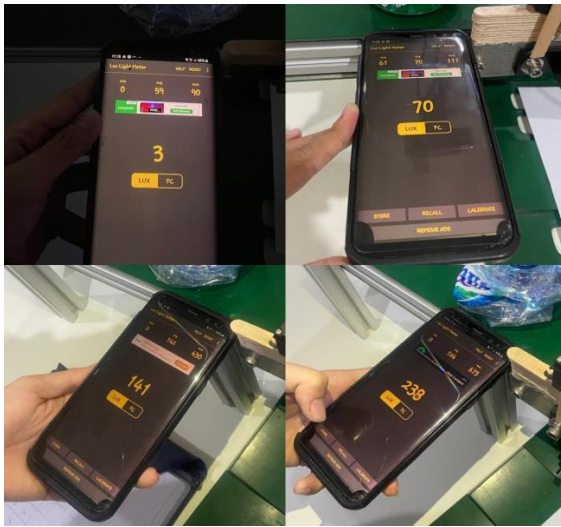
1. Iterasi 100k *weights*, waktu *learning* data yang dibutuhkan untuk mencapai nilai iterasi tersebut adalah 9 jam 36 menit.
2. Iterasi 200k *weights*, waktu *learning* data yang dibutuhkan untuk mencapai nilai iterasi tersebut adalah 19 jam 12 menit.
3. Iterasi 300k *weights*, waktu *learning* data yang dibutuhkan untuk mencapai nilai iterasi tersebut adalah 28 jam 48 menit.
4. Iterasi 400k *weights*, waktu *learning* data yang dibutuhkan untuk mencapai nilai iterasi tersebut adalah 38 jam 24 menit.
5. Iterasi 500k *weights*, waktu *learning* data yang dibutuhkan untuk mencapai nilai iterasi tersebut adalah 48 jam 13 menit.

Pada hasil penggunaan data iterasi terdapat beberapa iterasi yang telah dilakukan yang mana akan digunakan 5 data nilai dari iterasi tersebut yaitu 100k *weights*, 200k *weights*, 300k *weights*, 400k *weights*, 500k *weights*. Kemudian nilai iterasi tersebut akan digunakan secara satu persatu dari 100k *weights* hingga 500k *weights* untuk pendeteksian objek berupa kaleng dan botol hasil pengepresan yang diaplikasikan pada Mesin Sortir PBL untuk melihat apakah hasil pendeteksian objek tersebut menghasilkan data yang akurat ketika menggunakan iterasi yang berbeda dan penggunaan iterasi mana yang paling optimal digunakan untuk pendeteksian kaleng dan botol.

4.2 Hasil Pengujian Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu. Pada penelitian ini intensitas cahaya digunakan untuk memberi keterangan cahaya yang berbeda beda pada area *webcam* yang akan mendeteksi objek tersebut yang mana apakah perbedaan cahaya tersebut mempengaruhi hasil pendeteksian objek nantinya. Digunakan pula lampu *flash iphone* untuk menambah cahaya dan *lux light meter* untuk mengukur nilai kekuatan dari intensitas

cahaya tersebut. Adapun hasil pengujian intensitas cahaya pada pendeteksian objek dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengujian Intensitas Cahaya

Pada pengujian intensitas cahaya ini didapatkan hasil seperti gambar 7 diatas yaitu 3 Lux, 70 Lux, 141 Lux, 238 Lux. Yang mana cahaya diberikan dengan menggunakan *Flash Iphone* yang diletakkan sejajar dengan *webcam* dan alat pengukur diukur menggunakan aplikasi *Lux Meter* pada *Handphone* yang diletakkan pada area pendeteksian objek.

4.3 Hasil Pengujian Akurasi

Akurasi biasa diartikan sebagai ketepatan, sedangkan pada penelitian ini akurasi merupakan ketelitian atau keakuratan *webcam* dalam mendeteksi objek. Adapun **perhitungan nilai akurasi didapatkan berdasarkan data pemrograman** yang telah dibuat untuk menghitung nilai akurasi dalam mendeteksi nilai objek dari kaleng dan botol dengan menilai dari 0% hingga 100%. Berikut gambar hasil pengujian akurasi terhadap pendeteksian objek kaleng dan botol dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengujian Akurasi dengan Objek Kaleng

Pada gambar 8 salah satu hasil pengujian akurasi berdasarkan pemrograman yang telah dibuat terhadap pendeteksian objek kaleng dihasilkan akurasi sebesar 99%.

Pada gambar 9. Merupakan hasil pengujian akurasi objek botol plastik.



Gambar 9. Hasil Pengujian Akurasi dengan Objek Botol

Pada gambar 9 salah satu hasil pengujian akurasi berdasarkan pemrograman yang telah dibuat terhadap pendeteksian objek botol dihasilkan akurasi sebesar 99%.

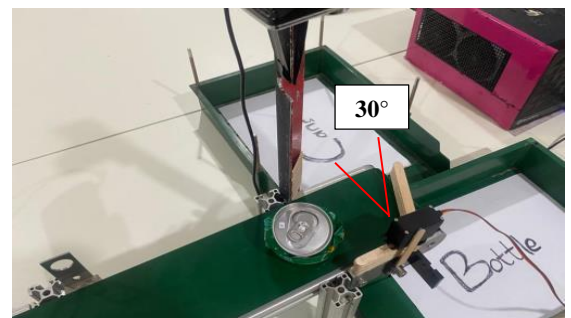
4.4 Hasil Pengujian Arah Rotasi Sudut Servo

Pengujian arah rotasi sudut servo pada penelitian ini adalah arah gerak rotasi sudut dari motor servo berdasarkan objek yang terdeteksi oleh *webcam* yang mana objeknya berupa kaleng dan botol hasil pengepresan. Pada gambar 10. Merupakan arah peletakan hasil identifikasi rotasi motor servo.



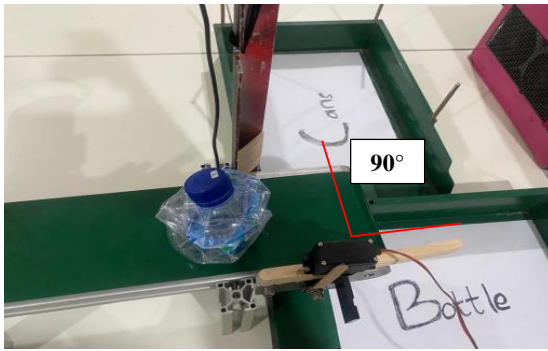
Gambar 10. Hasil Pengujian Arah Rotasi Sudut Servo tanpa Objek

Pada gambar 11 merupakan hasil pengujian arah rotasi sudut dari motor servo pada posisi sudut 30° jika objek yang terdeteksi berupa kaleng.



Gambar 11. Hasil pengujian Arah Rotasi Sudut Servo pada Objek Kaleng

Pada gambar 12 merupakan hasil pengujian arah rotasi sudut dari motor servo pada posisi sudut 90° jika objek yang terdeteksi berupa botol.



Gambar 12. Hasil pengujian Arah Rotasi Sudut Servo pada Objek Botol

4.5 Hasil Pengujian Pendeteksian Objek berupa Kaleng

Pada pengujian pendeteksian objek ini *webcam* akan mendeteksi objek berupa kaleng hasil pengepresan yang diaplikasikan pada mesin sortir, yang mana pada pengujian ini akan berdasarkan beberapa tahap yaitu iterasi yang digunakan, nilai intensitas cahaya dan nilai akurasi dari objek yang terdeteksi tersebut serta arah rotasi dari motor servo yang harus berada pada sudut 30° karena objek yang terdeteksi berupa kaleng. Apabila nilai akurasi objek yang dihasilkan baik dan sudut servo tepat berada pada sudut yang ditentukan maka bisa dinyatakan sukses dan apabila tidak sesuai maka dinyatakan *error*. Tabel 1. merupakan tabel hasil pengujian pendeteksian objek berupa kaleng.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pendeteksian Objek berupa Kaleng

NO	Iterasi	Intensitas Cahaya	Akurasi (%)	Rotasi Sudut Servo (°)	Hasil	
					Sukses	Error
1	100k	3 Lux	-	0°		X
2		70 Lux	94%	30°	✓	
3		141 Lux	94%	30°	✓	
4		238 Lux	94%	30°	✓	
5	200k	3 Lux	-	0°		X
6		70 Lux	99%	30°	✓	
7		141 Lux	99%	30°	✓	
8		238 Lux	99%	30°	✓	
9	300k	3 Lux	-	0°		X
10		70 Lux	99%	30°	✓	
11		141 Lux	99%	30°	✓	
12		238 Lux	99%	30°	✓	
13	400k	3 Lux	-	0°		X
14		70 Lux	99%	30°	✓	
15		141 Lux	99%	30°	✓	
16		238 Lux	99%	30°	✓	
17	500k	3 Lux	-	0°		X
18		70 Lux	99%	30°	✓	
19		141 Lux	99%	30°	✓	
20		238 Lux	99%	30°	✓	

Pada tabel 1 hasil Pengujian Pendeteksian Objek berupa kaleng diatas dapat dilihat bahwa ketika pendeteksian objek menggunakan Intensitas Cahaya sebesar 3 Lux dengan menerapkan Iterasi 100k, 200k, 300k, 400k dan 500k maka hasil

pendeteksian objek akurasi tidak terdeteksi dan rotasi sudut dari motor servo berada pada 0°. Yang mana berarti hasil pendeteksian objek menggunakan intensitas cahaya sebesar 3 lux dengan menerapkan iterasi 100k – 500k dinyatakan *error*. Hal tersebut dikarenakan minimnya pencahayaan pada area pendeteksian sehingga *webcam* sulit untuk mendeteksi adanya objek berupa kaleng dan otomatis motor servo tidak akan bergerak dikarenakan tidak ada input dari *webcam* tersebut. Dari table diatas juga diperoleh hasil pendeteksian objek ketika menggunakan Iterasi 100k dengan Intensitas Cahaya sebesar 70 Lux, 141 Lux, 238 Lux kepada objek kaleng yang menghasilkan akurasi sebesar 94% dan sudut rotasi dari motor servo bergerak sesuai pada sudut 30° yang berarti pendeteksian objek sukses dijalankan.

Lalu terdapat juga pendeteksian objek pada kaleng yang sukses dijalankan dan menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan menggunakan Iterasi 100k, yaitu ketika menggunakan Iterasi 200k, 300k, 400k dan 500k dengan Intensitas Cahaya 70 Lux, 141 Lux dan 238 Lux masing-masing menghasilkan akurasi yang sama yaitu 99% dan sudut servo tepat pada sudut 30°. Hal tersebut dikarenakan Iterasi yang digunakan lebih besar dan membuat database yang lebih banyak untuk pemrograman pendeteksian sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat.

Pada pendeteksian objek berupa kaleng ini juga penggunaan iterasi yang **paling optimal** adalah dengan iterasi 200k karena dalam pendeteksian objek berupa kaleng akurasi yang dihasilkan sudah bisa sebesar 99% dan waktu yang dibutuhkan dalam proses *learning* data untuk mencapai data iterasi 200k hanya 19 jam 12 menit.

4.6 Hasil Pengujian Pendeteksian Objek berupa Botol

Pada pengujian pendeteksian objek ini *webcam* akan mendeteksi objek berupa botol hasil pengepresan yang diaplikasikan pada mesin sortir, yang mana pada pengujian ini akan berdasarkan beberapa tahap yaitu iterasi yang digunakan, nilai intensitas cahaya dan nilai akurasi dari objek yang terdeteksi tersebut serta arah rotasi dari motor servo yang harus berada pada sudut 90° karena objek yang terdeteksi berupa botol. Apabila nilai akurasi objek yang dihasilkan baik dan sudut servo tepat berada pada sudut yang ditentukan maka bisa dinyatakan sukses dan apabila tidak sesuai maka dinyatakan *error*. Pada table 2 merupakan tabel hasil pengujian pendeteksian objek berupa botol.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pendeteksian Objek berupa botol

NO	Iterasi	Intensitas Cahaya	Akurasi (%)	Rotasi Sudut Servo (°)	Hasil	
					Sukses	Error
1	100k	3	-	0°		X
2		70	-	0°		X
3		141	-	0°		X
4		238	-	0°		X
5	200k	3	-	0°		X
6		70	98%	90°	✓	
7		141	98%	90°	✓	
8		238	98%	90°	✓	
9	300k	3	-	0°		X
10		70	99%	90°	✓	
11		141	99%	90°	✓	
12		238	99%	90°	✓	
13	400k	3	-	0°		X
14		70	99%	90°	✓	
15		141	99%	90°	✓	
16		238	99%	90°	✓	
17	500k	3	-	0°		X
18		70	99%	90°	✓	
19		141	99%	90°	✓	
20		238	99%	90°	✓	

Objek berupa botol pada table 2 dapat dilihat hasil yang sama terhadap pendeteksian pada kaleng bahwa ketika pendeteksian objek menggunakan Intensitas Cahaya sebesar 3 Lux dengan menerapkan Iterasi 100k, 200k, 300k, 400k dan 500k maka hasil pendeteksian objek akurasi tidak terdeteksi dan rotasi sudut dari motor servo berada pada 0°. Yang mana berarti hasil pendeteksian objek menggunakan intensitas cahaya sebesar 3 lux dengan menerapkan iterasi 100k – 500k dinyatakan *error*. Hal tersebut dikarenakan minimnya pencahayaan pada area pendeteksian sehingga *webcam* sulit untuk mendeteksi adanya objek berupa botol dan otomatis motor servo tidak akan bergerak dikarenakan tidak ada input dari *webcam* tersebut. Dari tabel diatas juga diperoleh hasil pendeteksian objek yang *error* ketika menggunakan Iterasi 100k dengan Intensitas Cahaya sebesar 70 Lux, 141 Lux, 238 Lux pada objek botol yang disebabkan karena Iterasi yang kurang sehingga database yang dibutuhkan oleh pemrograman pendeteksian tidak bekerja dengan baik.

Pendeteksian Objek pada botol baru berhasil

dijalankan ketika menggunakan Iterasi 200k dengan Intensitas Cahaya 70 Lux, 141 Lux, 238 Lux yang menghasilkan akurasi sebesar 98% dan sudut rotasi dari motor servo bergerak sesuai pada sudut 90°. Lalu terdapat juga hasil yang lebih baik ketika menggunakan Iterasi 300k, 400k dan 500k dengan Intensitas Cahaya 70 Lux, 141 Lux dan 238 Lux yang masing-masing menghasilkan akurasi yang sama yaitu 99% dan sudut servo tepat pada sudut 90°. Hal tersebut dikarenakan Iterasi yang digunakan lebih besar dan membuat database yang lebih banyak untuk pemrograman pendeteksian sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat.

Pada pendeteksian objek berupa botol ini juga penggunaan iterasi yang **paling optimal** adalah dengan iterasi 300k karena dalam pendeteksian objek berupa botol akurasi yang dihasilkan sudah bisa sebesar 99% dan waktu yang dibutuhkan dalam proses *learning* data untuk mencapai data iterasi 300k adalah 28 jam 12 menit.

5. Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode YOLO dapat diaplikasikan pada mesin sortir botol kaleng dan plastik menggunakan kamera dengan tingkat akurasi sampai 90%. Kemudian pada proses pengujian pencahayaan sangat mempengaruhi tingkat akurasi, untuk mendapatkan akurasi yang tinggi dibutuhkan intensitas cahaya minimal 70 lux. Didalam pengujian tidak diukur waktu lama *learning*. serta pengujian dilakukan secara bergantian.

Referensi

- [1] H. Mulyawan, M. Z. H. Samson, and Setiawardhana, "Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image," pp. 1–5, 2011.
- [2] I. H. Al amin and A. Aprilino, "Implementasi Algoritma Yolo Dan Tesseract Ocr Pada Sistem Deteksi Plat Nomor Otomatis," *J. Teknoinfo*, vol. 16, no. 1, p. 54, 2022, doi: 10.33365/jti.v16i1.1522.
- [3] F. Sindy, "Pendeteksian Objek Manusia Secara Realtime Dengan Metode MobileNet-SSD Menggunakan Movidius Neural Stick pada Raspberry Pi," p. 77, 2019.
- [4] Faradiba, "Penggunaan Aplikasi Visual C ++ Untuk Pemrograman Komputer," 2019.
- [5] M. Ghazali, "Menggunakan TCP Socket".
- [6] G. Plastiras, C. Kyrkou, and T. Theocharides, "Efficient convnet-based object detection for unmanned aerial vehicles by selective tile processing," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, 2018, doi: 10.1145/3243394.3243692.
- [7] M. L. Nazilly, B. Rahmat, and E. Y. Puspaningrum, "Implementasi Algoritma Yolo (You Only Look Once) Untuk Deteksi Api," *J. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 81–91, 2020.
- [8] G. Devira Ramady, A. Suherman, T. Suci Ramadhanti, and Herlina, "Perancangan Aplikasi Digital Menu Kafe Coffe 86 Berbasis Desktop Menggunakan Visual Studio 2010," *Pros. Semin. Nas. Teknoka*, vol. 4, no. 2502, pp. I63–I69, 2019, doi: 10.22236/teknoka.v4i0.4192.
- [9] Zulfikar, I. Mawardi, and Mawardi, "Pembuatan Mesin Sortasi Biji Kopi Menggunakan Mekanisme Getar dengan Daya 1 HP," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 29–30, 2019.
- [10] B. A. B. Li and T. Pustaka, "http://www.robotistan.com/arduino-uno-r3-clone-with-usb-cable-usb-chip-ch340)," pp. 5–24, 2012.
- [11] K. Denpasar, "3 iMADE," vol. 2, no. 2, pp. 126–135, 2019.
- [12] W. Suparno and A. Jalil, "Sensor Multi-Modal Untuk Deteksi Gerak Objek Pada Sistem Keamanan Rumah Berbasis Komunikasi Node Robot Operating System Multi-Modal Sensor for Object Motion Detection on Home Security System Based on Robot Operating System Nodes Communication," *J. Elektro Luceat*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [13] A. Sukusvieri, "Implementasi Metode Single Shot Detector untuk Pengenalan Wajah," *Univ. Din.*, 2020.
- [14] Ecia Meilonna, "UNIVERSITAS NEGERI SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS NEGERI SUMATERA UTARA," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2018.