

3. ANALISIS DAN DESAIN SISTEM

Pada bagian ini akan dibahas mengenai analisis, desain dan perancangan sistem yang digunakan dalam pembuatan sistem *Depth Estimation* untuk deteksi keadaan sekitar forklift.

3.1. Analisis Permasalahan dan Kebutuhan

Kecelakaan yang melibatkan forklift merupakan masalah serius yang dihadapi oleh banyak perusahaan. Kecelakaan ini terutama sering terjadi antara forklift dan barang-barang yang tersimpan di gudang perusahaan. Kecelakaan ini tidak hanya menimbulkan risiko terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja, tetapi juga mengakibatkan biaya tambahan untuk perbaikan kerusakan yang timbul akibat kecelakaan tersebut. Kasus yang sama juga dialami oleh PT. Henkel Adhesive Technologies Pasuruan. Banyaknya near miss yang terjadi antara forklift dengan barang-barang di sekitar pabrik, tidak jarang juga yang bahkan sampai mengenai barang sehingga harus mengeluarkan biaya tambahan untuk memperbaiki barang tersebut. Bahkan angka *near miss* ini terkadang mencapai ratusan per tahunnya. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang efektif untuk mengurangi angka kecelakaan ini atau bahkan mencegahnya sepenuhnya.

Solusi yang dibutuhkan adalah cara dimana dapat mengurangi tingkat near miss yang terjadi pada perusahaan, terutama yang melibatkan forklift. Sebuah sistem otomatis dibutuhkan untuk mendeteksi jarak aman antara forklift dengan barang tertentu yang ada pada pabrik, tentunya dengan output yang berbeda sehingga operator forklift tidak perlu melihat, tetapi bisa mengetahui bahwa ada objek di luar area aman forklift. Ketika ada objek yang mendekat atau forklift terlalu dekat dengan suatu objek yang ada di luar area aman forklift, sistem akan membunyikan alarm agar operator forklift lebih hati-hati.

3.2. Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh secara acak melalui fitur google search dengan beberapa keyword, yang terdiri dari 9 kelas yang berbeda, yang diambil sebesar 80% dari internet dan 20% dataset pribadi. Yang dimaksud dataset pribadi adalah peneliti mengambil dataset secara pribadi pada PT Henkel. Kelas-kelas tersebut antara lain ada orang, cone, box, totebin, drum, forklift,. Dataset yang terpakai hanya 6 kelas dari 9 kelas yang tercantum pada ruang lingkup, dikarenakan 3 kelas lainnya yakni

tiang, rak barang, dan pipa merupakan objek yang posisinya tetap pada tempatnya pada pabrik, operator juga sudah tau jalur yang harus dilewati dan mana yang tidak, oleh karena itu lebih difokuskan kepada 6 kelas yang lain dikarenakan objek-objek tersebut yang penempatannya bisa berubah-ubah. Setiap kelas dalam dataset ini mengandung 100, yang pada proses selanjutnya akan dilakukan *preprocessing data* pada setiap gambar yang ada. Tabel 3.1 berikut merupakan beberapa *keyword* yang digunakan untuk mencari dataset pada fitur google search

Tabel 3.1

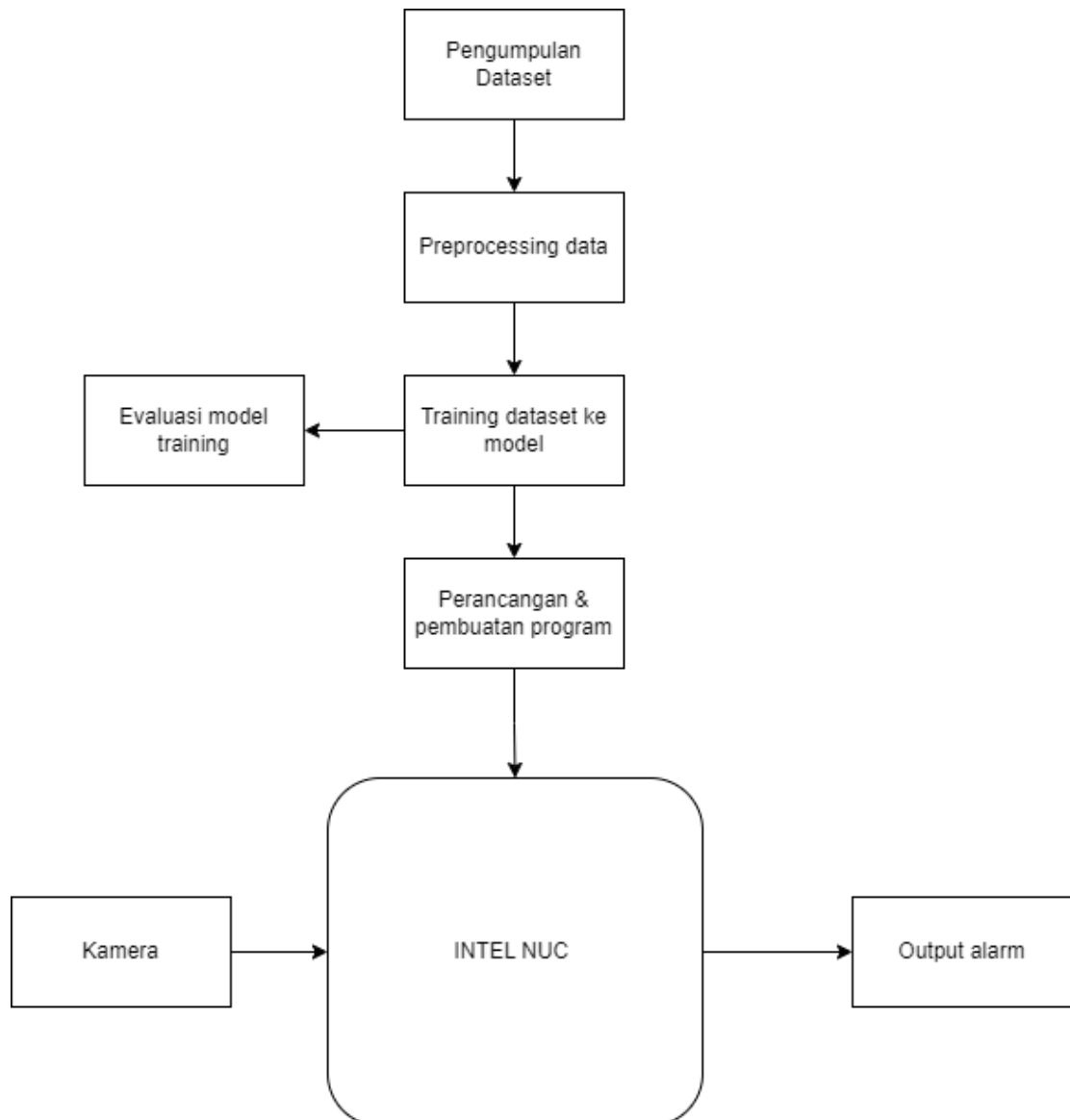
Tabel Keyword untuk Pencarian Dataset pada Google Search

Keyword	Jenis gambar
“Drum pada pabrik”, “Drum plastik biru”	Drum
“Orang dalam pabrik”	Orang
“Cone jalan”	Cone
“Totebin”, “ibc”, “ibc dalam pabrik”	Totebin
“Box”, “Box dalam pabrik”	Kotak
“forklift”	Forklift

Proses penambahan *bounding box* pada setiap gambar dilakukan dengan menggunakan aplikasi Roboflow, yang merupakan salah satu alat yang umum digunakan untuk pelabelan objek dalam deteksi objek. Setelah proses pelabelan selesai dan bounding box telah ditambahkan pada setiap gambar dalam dataset, dataset tersebut akan terbentuk lengkap beserta dengan informasi anotasinya. Selanjutnya, dataset ini diekspor ke perangkat komputer (device) yang akan digunakan dalam proses pengembangan kode.

3.3. Desain Sistem

Penjelasan yang terdapat pada Gambar 3.1 merupakan block diagram dari proses dan tahap-tahap pembuatan sistem pada skripsi ini.



Gambar 3.1 Block diagram proses pembuatan sistem

3.3.1 Pengumpulan Dataset

Dataset gambar dikumpulkan melalui google search yang terdiri dari 9 kelas yang telah dijelaskan sebelumnya. Tabel 3.2 berikut merupakan beberapa contoh gambar yang diambil dari setiap kelas.

Tabel 3.2

Tabel Contoh Gambar pada Dataset

Kelas	Contoh Gambar
Orang	
Cone	
Box	

Drum	 A photograph showing two large blue plastic drums standing in a warehouse. In the background, there are stacks of similar drums and a motorcycle parked.
Totebin	 A photograph showing several metal totebins (intermediate bulk containers) stacked in a warehouse. Some are blue and some are silver. A person is visible in the background near a large white tank.
Forklift	 A photograph showing a forklift operator moving a pallet loaded with boxes in a warehouse. The operator is wearing a white shirt and blue pants. The warehouse has high shelves filled with boxes.

3.3.2. Augmentasi Data

Augmentasi data juga dilakukan pada dataset gambar sebelum dilakukannya training. Tujuannya adalah untuk menambah variasi dari dataset yang telah ada. Tabel 3.3 berikut merupakan beberapa jenis augmentasi data yang dilakukan

Tabel 3.3

Tabel Augmentasi Data yang Digunakan

Preprocessing	Value
Sheared	-10°, 10°
Horizontal flip	True

3.3.3. Preprocessing data

Sebelum dilakukan training pada model, dilakukan preprocessing pada dataset yang ada. Tujuannya agar data yang diproses jadi lebih jelas dan spesifik, sehingga lebih mudah untuk diolah. Tabel 3.4 berikut merupakan beberapa preprocessing data yang dilakukan pada dataset

Tabel 3.4

Tabel Preprocessing Data

Preprocessing	Value
Bounding box	-
Resize	224x224
Rescale	1./255

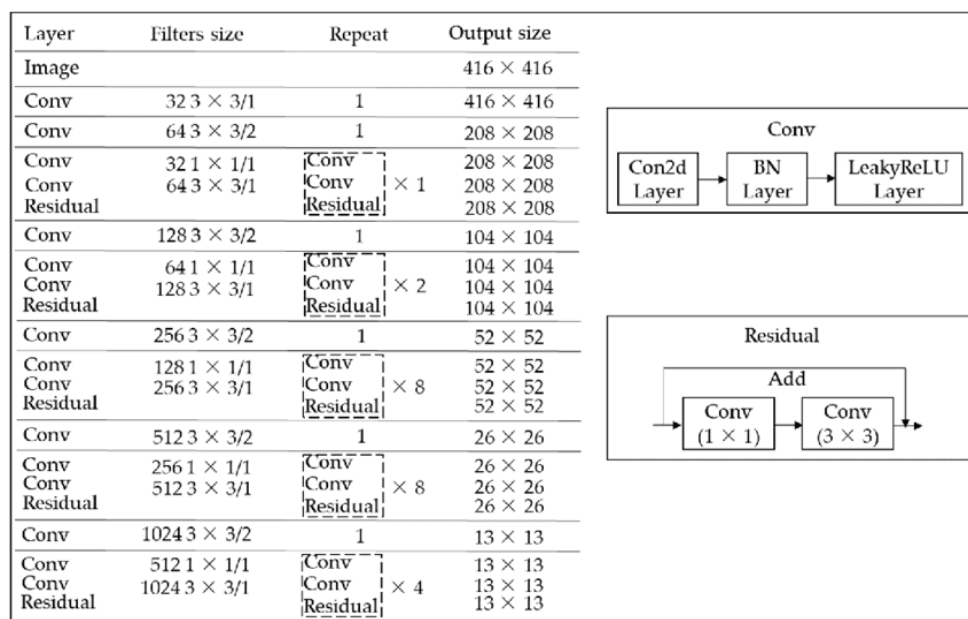
Pemberian bounding box dilakukan menggunakan aplikasi Roboflow yang dapat diakses pada app.roboflow.com. *Bounding box* dapat ditambahkan setelah semua dataset diupload pada website roboflow. Pada setiap kali penambahan *bounding box* juga dilakukan pemberian label kelas pada setiap gambarnya.

Setelah itu dilakukan *resize* untuk setiap gambar pada dataset, tujuannya untuk menyamakan resolusi dari semua gambar pada dataset. Dataset gambar di-resize menjadi ukuran 224x224 agar pembacaan gambar menjadi lebih ringan.

Terakhir dilakukan rescale pada nilai rgb yang ada. Tujuannya agar merubah nilai rgb setiap gambar yang awalnya 0-255 menjadi 0-1, agar pembacaan untuk setiap gambarnya menjadi lebih mudah.

3.3.4. Training dengan Model YOLO v3

Setelah dataset disiapkan dan melewati beberapa proses preprocessing dan augmentasi, dataset siap dilatih menggunakan model YOLO v3 yang berbentuk file .h5. Desain arsitektur dari model YOLO v3 yang digunakan pada skripsi ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



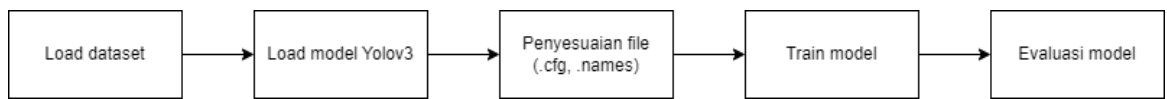
Gambar 3.2 Arsitektur YOLO v3

Sumber : res.cloudinary.com

Dalam Chakure (2021), metode YOLO hanya menggunakan *convolutional layer*, dan menjadikannya jaringan *fully convolutional network* (FCN). Pada arsitektur YOLO v3, ekstraktor fitur yang lebih dalam menggunakan Darknet-53.

Pada arsitektur ini, berisi 53 convolutional layer dimana masing-masing diikuti dengan *batch normalization layer* dan *Leaky ReLU activation*. *Convolutional layer* digunakan untuk menggabungkan beberapa filter pada gambar yang menghasilkan beberapa *feature maps*. Tidak ada *pooling* yang dilakukan, *convolutional layer* dengan *stride 2* digunakan untuk menurunkan sampel *feature maps*. Dengan demikian, membantu mencegah hilangnya *feature* tingkat rendah yang sering dikaitkan dengan *pooling*.

Gambar 3.3 berikut merupakan gambar blok diagram dari proses training yang akan dilakukan untuk melakukan training dataset pada model

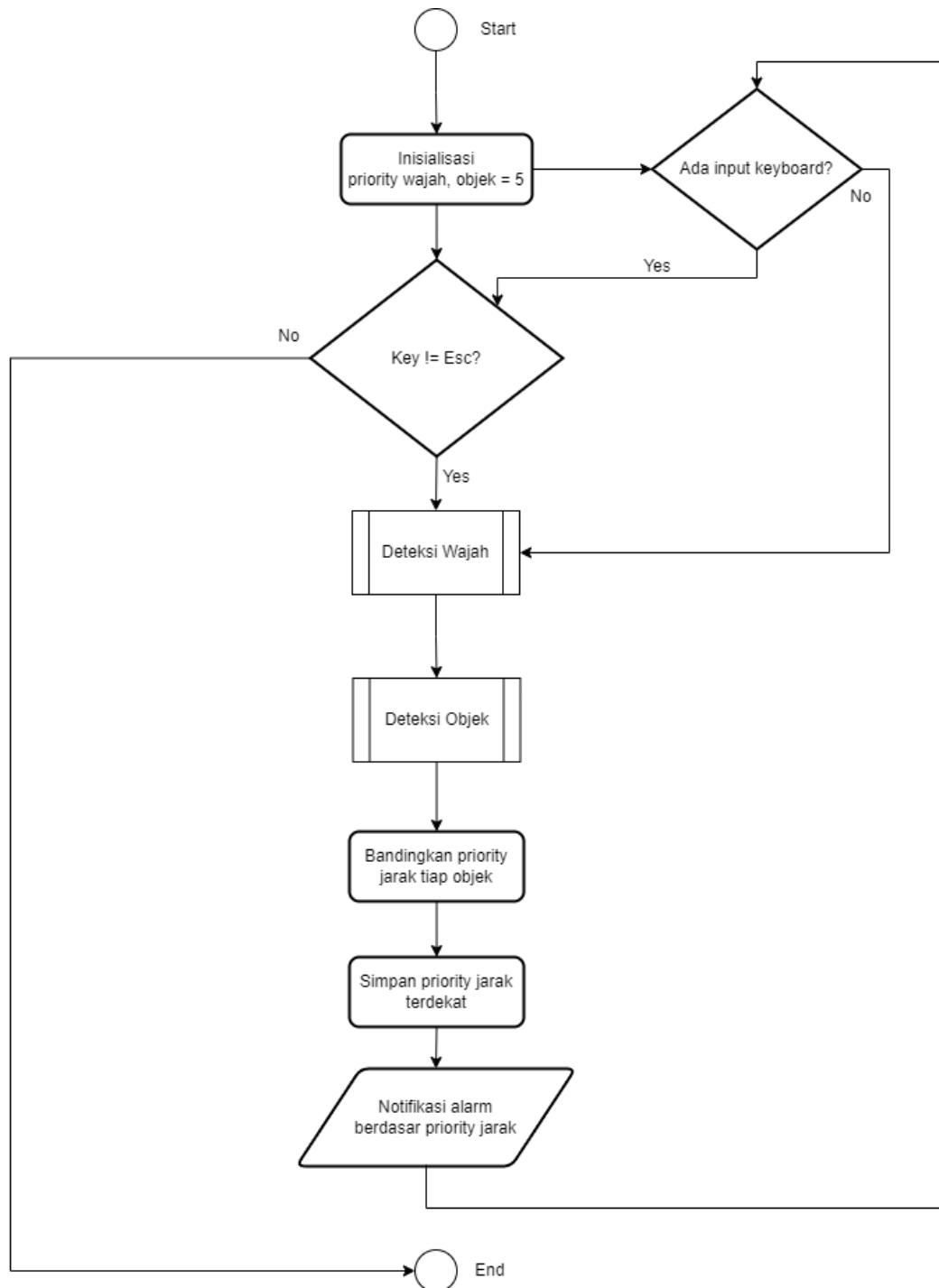


Gambar 3.3 Blok Diagram Proses Training Dataset

3.3.5. Perancangan dan Pembuatan Program

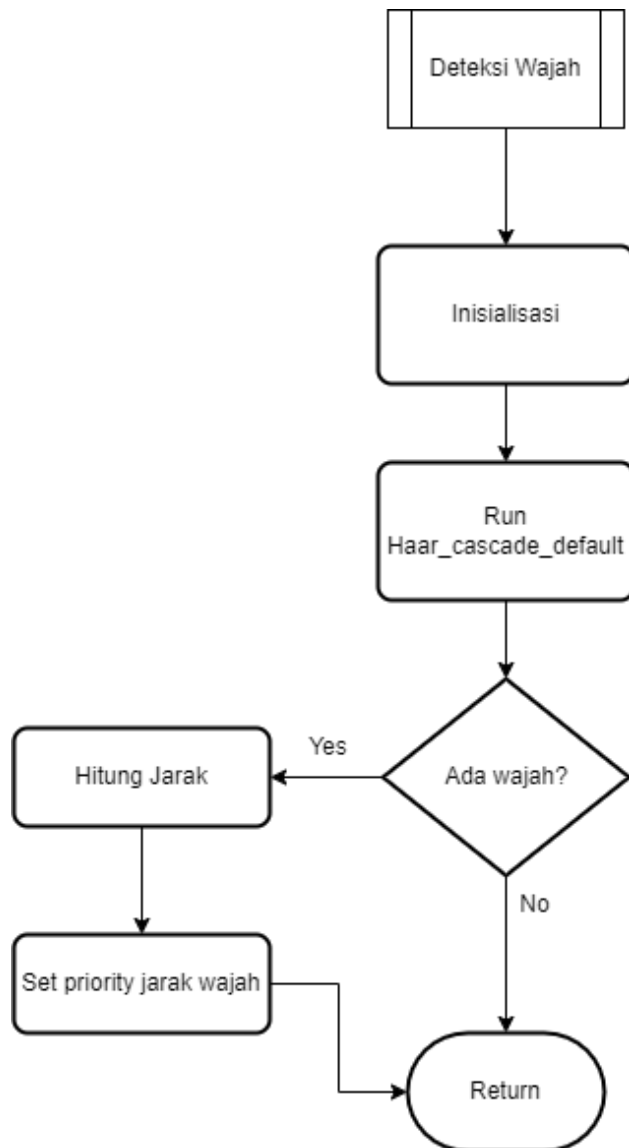
Setelah model dilatih dengan dataset yang ada, terbentuklah *weights* yang disimpan sebagai file *.weights*. Model yang sudah dilatih akan dimuat dan dibuatkan program dengan memanfaatkan model yang telah dibuat untuk mendeteksi objek serta melakukan estimasi jarak dari objek yang terdeteksi pada setiap *frame* yang ditangkap oleh sistem.

Pada Gambar 3.4 di bawah berikut merupakan flowchart proses dari berjalannya sistem mulai dari deteksi hingga output alarm yang akan dikeluarkan sistem.

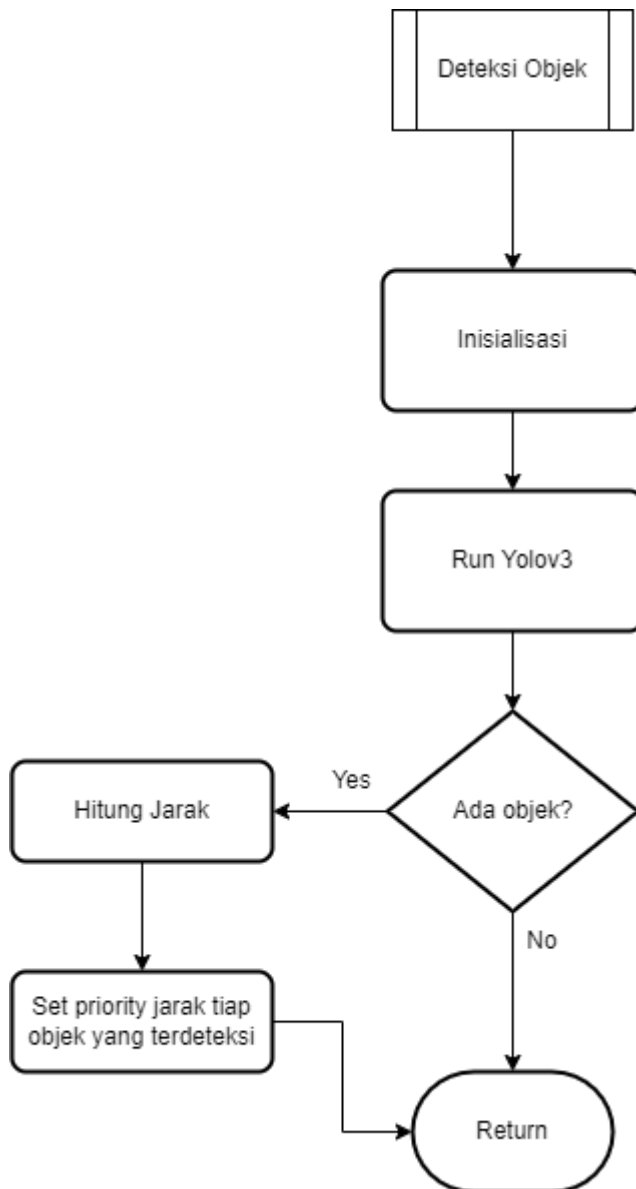


Gambar 3.4 Gambar Flowchart Program

Melanjut dari Gambar 3.4 di atas, Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 di bawah ini merupakan flowchart dari fungsi deteksi wajah dan deteksi objek



Gambar 3.5 Gambar Flowchart Fungsi Deteksi Wajah



Gambar 3.6 Gambar Flowchart Deteksi Objek

Flowchart pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 di atas terdapat sebuah proses bertuliskan “Hitung Jarak”. Proses tersebut merupakan fungsi yang bertugas untuk menghitung jarak antara objek dengan kamera dengan memanfaatkan nilai lebar dan tinggi yang didapat dari *bounding box* yang tercipta untuk setiap objek yang terdeteksi. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut

$$Distance = (real_width * focal_length) / width_in_frame$$

Pada rumus di atas, *real_width* yang merepresentasikan lebar asli dari objek yang dideteksi, *focal_length* adalah panjang jarak lensa yang sudah diinisialisasi pada awal

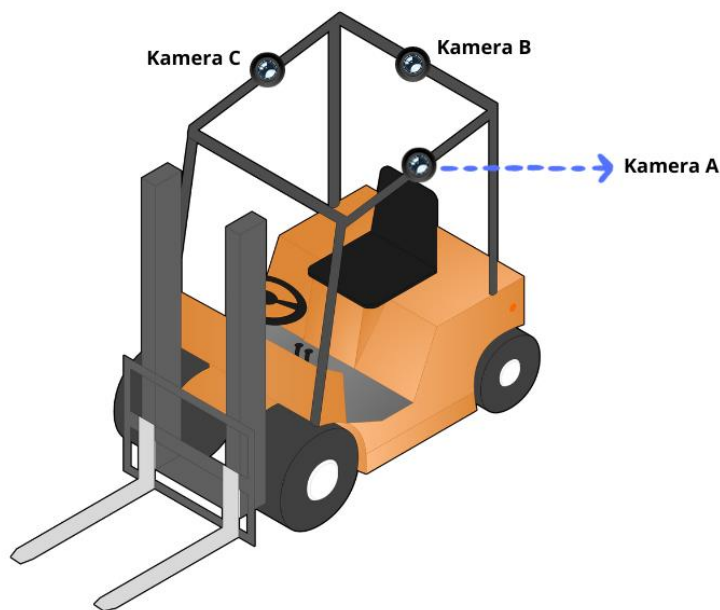
program, dan *width_in_frame* adalah lebar objek yang terdeteksi pada sistem, dimana diambil dari *bounding box* yang tercipta

3.3.6. Desain Pengujian

Pengujian pada alat ini dilakukan berdasarkan 2 atribut yang berbeda, yakni akurasi dari prediksi jarak antara forklift dengan barang dan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mendeteksi adanya barang serta menghitung jaraknya. Untuk pengujian akurasi prediksi jarak akan dilakukan beberapa kali percobaan dan dicatat hasilnya, pada akhir semua percobaan, akan dilakukan perhitungan untuk rata-rata akurasi yang didapat dari setiap percobaannya. Akurasi sendiri juga jarak diukur menggunakan perhitungan perbandingan dari angka estimasi yang dilakukan oleh sistem dengan perhitungan langsung jarak asli barang terhadap forklift. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan untuk deteksi, akan dilakukan pencatatan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengeluarkan output alarm pada setiap kecepatan forklift tertentu.

3.4. Desain Alat

Gambar 3.7 berikut merupakan rancangan desain untuk penempatan kamera pada bagian kanopi forklift, dengan posisi dilihat dari atas



Gambar 3.7 Rancangan Penempatan Kamera

Penempatan kamera diletakkan pada sisi depan, kiri, kanan, dan belakang forklift dengan tujuan agar dapat mendeteksi barang yang berada dalam segala sisi jangkauan aman forklift. Semua kamera akan diarahkan dengan menggunakan sudut

sebesar 30 derajat. Spesifikasi kamera yang digunakan adalah kamera dengan lensa 3.6 mm dan resolusi kamera 720p dan *field of view* 69°.