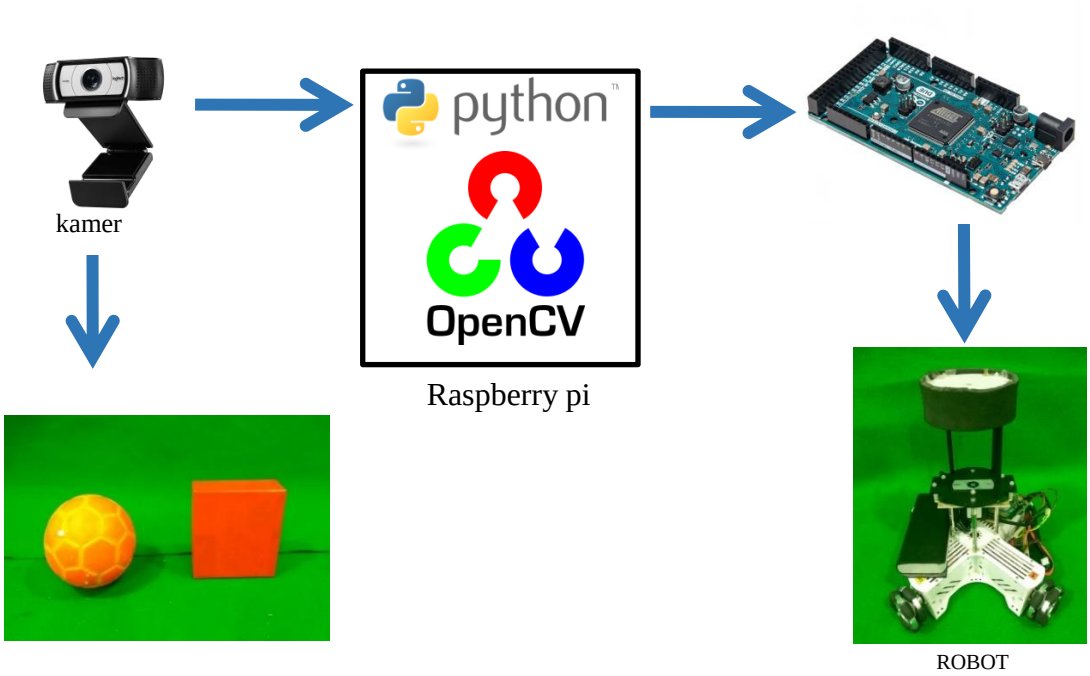
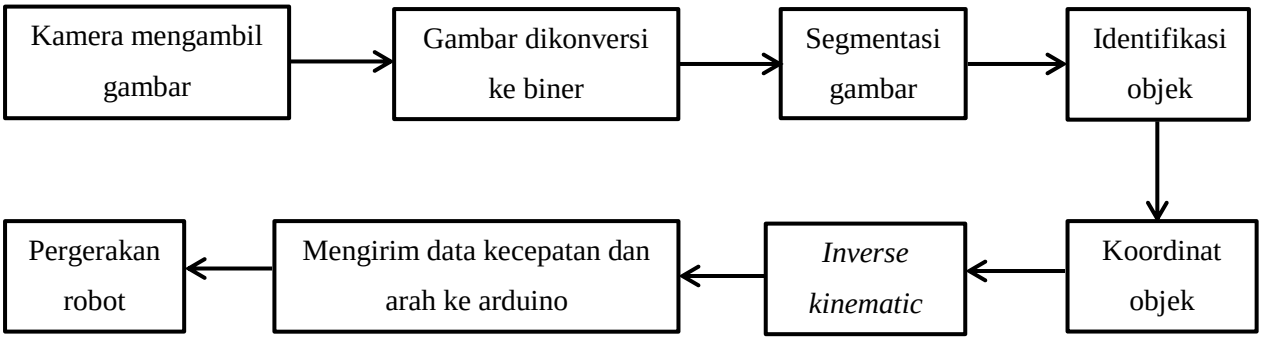
BAB 3
METODOLOGI

3.1 Perancangan Sistem Secara Umum

Navigasi robot beroda menggunakan *omnidirectional camera* dilakukan secara *real-time*. Pada Gambar 3.1 dapat ketahui bahwa kamera akan mengambil gambar, kemudian data citra akan diteruskan ke raspberry pi, pada raspberry pi citra akan diolah untuk mendapatkan nilai arah dan kecepatan oleh python dan *library* opencv. Kemudian nilai arah dan kecepatan dikirimkan ke arduino melalui USB *(Universal Serial Bus).* Setelah arduino mendapatkan nilai arah dan kecepatan, arduino akan mengirimkan sinyal PWM *(Pulse Width Modulation)* ke masing – masing driver motor untuk pergerakan motor.



Gambar 3.1 Sistem Perangkat Lunak

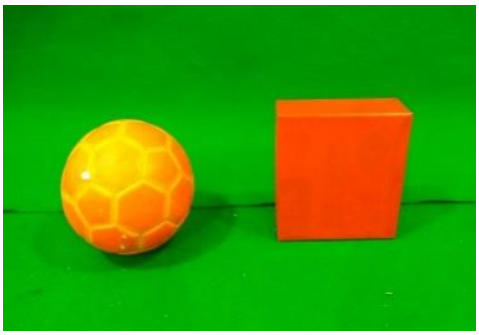


Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.2 merupakan diagram blok dari sistem navigasi robot beroda menggunakan *omnidirectional camera.* Cara gamabar dikonversi ke biner yaitu menggunakan *threshold*. *Threshold* juga digunakan untuk segmentasi citra dan menentukan warna yang akan diambil. Karena objek yang digunakan penulis berwarna jingga maka *threshold* digunakan untuk mengambil hanya warna jingga. Identifikasi objek bertujuan untuk membedakan antara bentuk lingkaran dengan persegi. Cara yang digunakan untuk mengidentifikasi objek yaitu dengan cara menghitung sudut objek yang telah di-*threshold*. Dari objek lingkaran akan mendapatkan nilai koordinat, kemudian nilai tersebut akan dikonversi menjadi kecepatan dan arah masing - masing motor menggunakan *inverse kinematic*. Setelah mendapatkan kecepatan dan arah masing - masing motor, data kecepatan dan arah akan dikirim kepada arduino menggunakan *serial*. Penggunaan area sangat mempengaruhi hasil dari gambar. Untuk memudahkan segmentasi gambar, penulis menggunakan area yang memiliki karpet berwarna hijau. Area yang digunakan penulis pada penelitian ditunjukkan oleh Gambar 3.3.

Gambar 3.3 Area Yang Digunakan

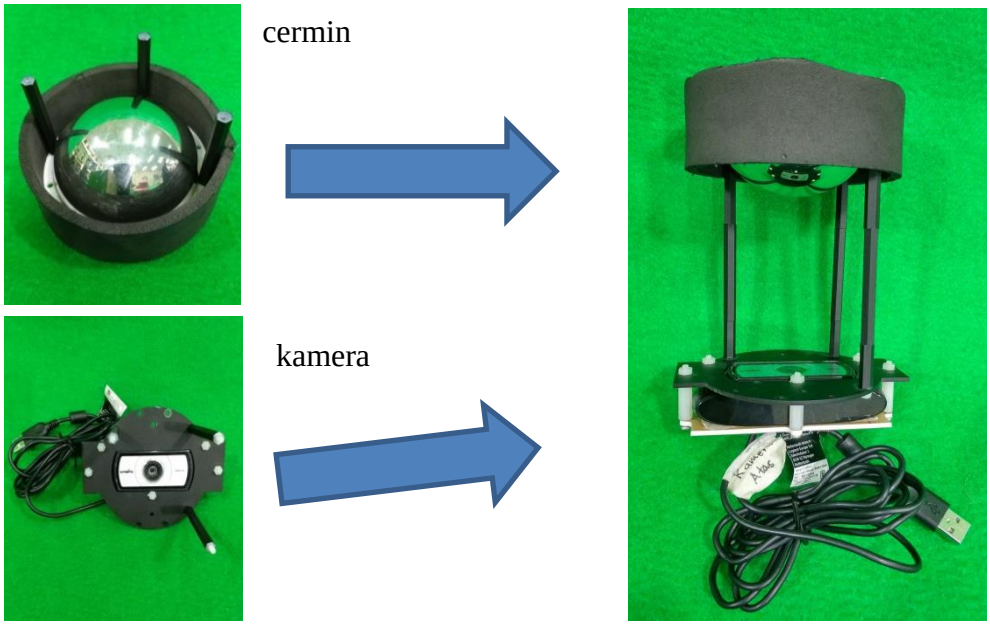
Objek yang digunakan penulis yaitu balok berukuran $21\ cm \times 7.5\ cm \times 20.5\ cm$ dan sebuah bola berdiameter 21 cm. Semua objek yang digunakan baik balok maupun bola menggunakan warna jingga seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Objek yang Digunakan

3.2 Perancangan Omnidirectional Camera

Kamera yang digunakan oleh penulis adalah *Logitech c930e* yang mempunyai *open angle* sebesar 90° dan resolusi sebesar 1920 × 1080 piksel. *Logitech c930e* memiliki fokus otomatis, oleh sebab itu fokus kamera diatur menggunakan sebuah *software*. *Software* yang digunakan untuk mengatur fokus adalah v4l2ucp. Untuk mendapatkan gambar *omnidirectional* maka kamera memerlukan alat berupa cermin seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Omnidirectional Camera*

3.3 Perancangan Sistem Kalibrasi Kamera

Langkah pertama yang dilakukan untuk kalibrasi kamera adalah menentukan *frame* yang sesuai dengan besar cermin yaitu 500 piksel × 500 piksel. Hal ini dilakukan agar *frame* hanya terdapat gambar yang dipantulkan oleh cermin seperti pada Gambar 3.6.

Gambar 3.6 Ilustrasi Kalibrasi Kamera

Frame memiliki panjang (sumbu y) 500 piksel dan lebar (sumbu x) 500 piksel. Masing masing sumbu dibagi 2 untuk mendapatkan nilai tengah, sehingga didapatkan 250. Nilai 250 tersebut yang menjadi acuan kalibrasi. Untuk mendapatkan titik pusat bernilai 0 tepat pada lensa kamera maka diperlukan persamaan sebagai berikut :

$$cx = x - 250 \tag{3.1}$$

$$cy = -(y - 250)$$

Keterangan :

x : nilai pembacaan kamera pada sumbu x sebelum dikalibrasi (piksel)

y : nilai pembacaan kamera pada sumbu y sebelum dikalibrasi (piksel)

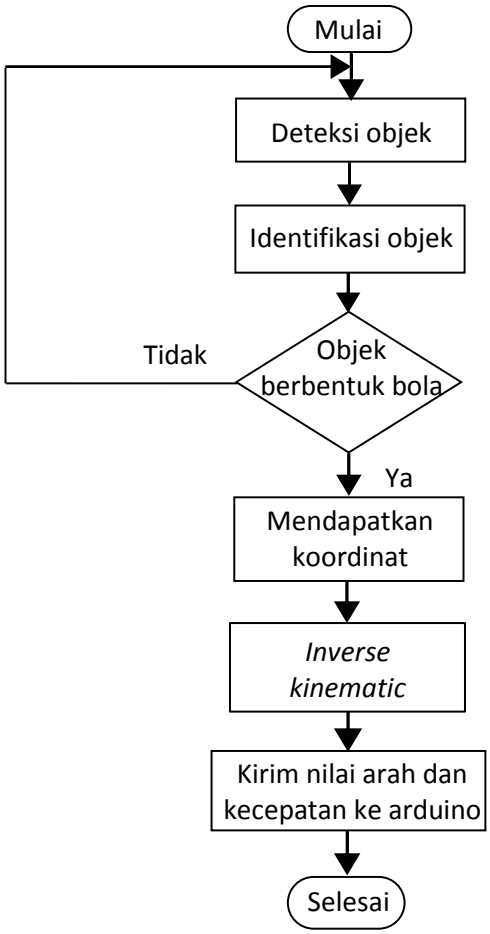
cx : nilai pembacaan kamera pada sumbu x setelah dikalibrasi (piksel)

cy : nilai pembacaan kamera pada sumbu y setelah dikalibrasi (piksel)

3.4 Perancangan Sistem Navigasi

Hal yang akan difokuskan pada sistem navigasi yaitu pergerakan yang dilakukan robot terhadap objek yang telah ditentukan. Sistem navigasi robot dilakukan secara *real-time* yang berarti robot akan mengeksekusi pergerakan sesuai dengan perubahan *frame*.

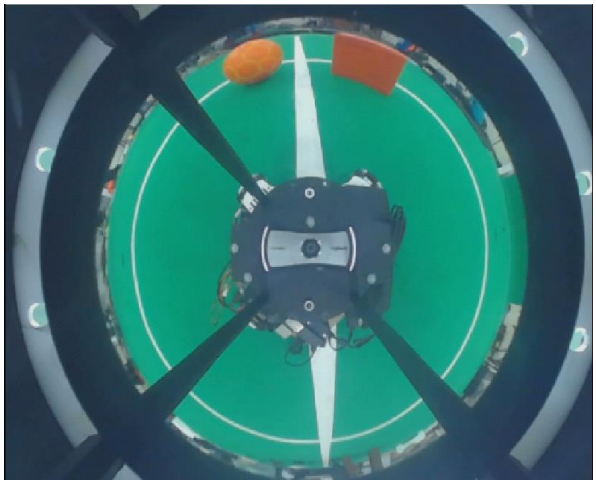
Dapat dilihat pada Gambar 3.7 bahwa robot akan bergerak menuju bola ketika mendapatkan citra bola, sedangkan robot tidak akan bergerak ketika tidak mendapatkan citra bola dan/atau hanya terdapat balok. Ketika robot mendapatkan koordinat (piksel) dari bola, langkah selanjutnya adalah memasukkan nilai koordinat tersebut kedalam persamaan matematis roda *omnidirectional* untuk mendapatkan arah dan kecepatan tiap masing-masing motor (PWM). Semua nilai berdasarkan piksel kamera bukan berdasarkan nilai sesungguhnya. Nilai PWM tersebut akan dikirimkan ke arduino menggunakan komunikasi serial. Setelah data kecepatan dan arah diterima oleh arduino, selanjutnya arduino akan memecah data tersebut dan mengirimkan ke masing-masing motor.



Gambar 3.7 Diagram Alir Sistem Navigasi

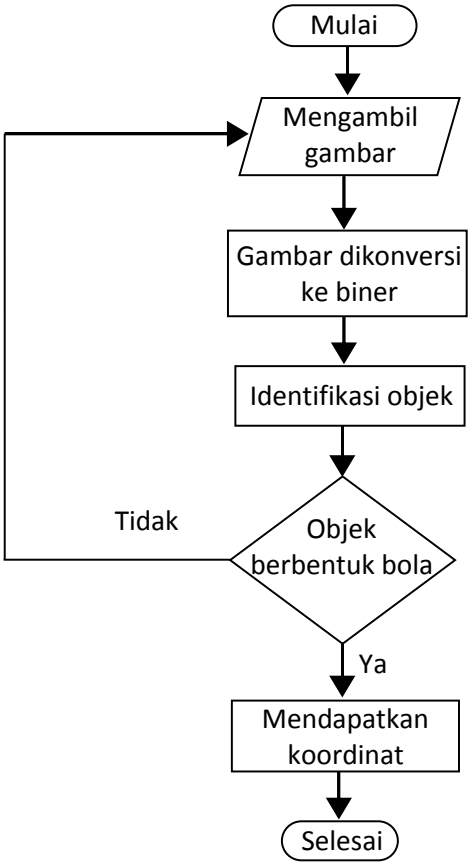
3.5 Perancangan Sistem Deteksi Objek

Langkah awal untuk mendapatkan navigasi adalah dengan menggunakan deteksi objek.



Gambar 3.8 Proses Pendekteksian Objek

Gambar 3.8 adalah gambar tangkapan kamera. Langkah selanjutnya yaitu membedakan antara objek persegi dan lingkaran. Diagram alir untuk deteksi objek akan dijelaskan oleh Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram Alir Sistem Deteksi Objek

Sesuai Gambar 3.9 jika kamera menangkap objek berbentuk lingkaran maka nilai titik tengah lingkaran tersebut akan menjadi titik koordinat. Ketika kamera hanya menangkap objek berbentuk persegi maka proses akan diulang untuk pengambilan gambar.

3.6 Desain Eksperimen

- Prosedur pengambilan data kalibrasi adalah posisi bola diatur secara acak dan bola diletakkan dengan jarak $60cm$ dari titk tengah robot. Setiap posisi bola akan diambil 38 data koordinat.
- Prosedur pengujian sistem navigasi yaitu bola dan 5 balok dikombinasikan dan diletakkan secara acak, serta jarak antar objek tidak lebih dari $120cm$. Selanjutnya bola akan diubah-ubah posisinya dan akan diangkat. Data yang dijadikan sebagai analisa adalah respons robot dalam mengejar bola dan respons robot ketika bola diambil.
- Prosedur pengambilan data deteksi objek yaitu bola dan 5 balok diletakkan secara acak menggunakan jarak sebagai parameter. Setiap pembacaan objek pada jarak tertentu akan dilakukan sebanyak 5 kali posisi. Data yang dijadikan sebagai analisa adalah data yang terburuk dari masing-masing pembacaan.