

## RANCANG BANGUN ROBOT SEPAK BOLA BERBASIS ANDROID

Donny Suryawan<sup>1</sup>, Izzati Muhimmah<sup>2</sup>, Agung Nugroho Adi<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia  
Jalan Kaliurang km 14,5, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta, 55584, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia  
Jalan Kaliurang km 14,5, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta, 55584, Indonesia

E-Mail : donny.suryawan@uii.ac.id

### ABSTRAK

*Handphone Android memiliki berbagai sensor yang terintegrasi didalamnya. Hanya saja, sensor-sensor tersebut jarang dimanfaatkan di bidang robotika. Sensor pada Handphone Android yang dapat dimanfaatkan pada robot sepak bola adalah sensor visi berupa kamera dan sensor orientasi berupa kompas. Kamera Android dapat digunakan untuk mendeteksi objek berupa bola dan gawang, sedangkan sensor kompas dapat digunakan untuk mengetahui orientasi arah gawang musuh. Robot sepak bola yang telah dirancang dalam penelitian ini menunjukkan kemampuan untuk menjalankan fungsinya dalam mencari dan mengejar bola, memposisikan diri ke arah gawang musuh dan kemudian membawa bola ke arah gawang musuh. Handphone Android bisa menjadi alternatif pilihan dalam membangun robot sepak bola.*

Kata kunci: Robot, Soccer, Android, Sensor,

### ABSTRAK

*Handphone Android memiliki berbagai sensor yang terintegrasi didalamnya. Hanya saja, sensor-sensor tersebut jarang dimanfaatkan di bidang robotika. Sensor pada Handphone Android yang dapat dimanfaatkan pada robot sepak bola adalah sensor visi berupa kamera dan sensor orientasi berupa kompas. Kamera Android dapat digunakan untuk mendeteksi objek berupa bola dan gawang, sedangkan sensor kompas dapat digunakan untuk mengetahui orientasi arah gawang musuh. Robot sepak bola yang telah dirancang dalam penelitian ini menunjukkan kemampuan untuk menjalankan fungsinya dalam mencari dan mengejar bola, memposisikan diri ke arah gawang musuh dan kemudian membawa bola ke arah gawang musuh. Handphone Android bisa menjadi alternatif pilihan dalam membangun robot sepak bola.*

Kata kunci: Robot, Soccer, Android, Sensor,

### 1. Pendahuluan

Robot sepak bola adalah robot yang tiap tahun dipertandingkan dalam Kontes Robot Indonesia yang diselenggarakan oleh DIKTI. Perlombaan robot sepak bola terbagi menjadi 2 divisi yaitu divisi beroda dan divisi *humanoid*. Pada dasarnya, sistem robot pada kedua divisi sama, yang membedakan hanyalah pada penggerakannya. Perbedaan robot dari kedua divisi

Sejauh ini, robot sepak bola umumnya dibangun menggunakan perangkat-perangkat sensor yang terpisah. Sensor-sensor tersebut kemudian dihubungkan ke mikrokontroler. Semakin banyak sensor, tentunya akan membuat pengkabelan semakin rumit. Ditambah lagi setiap sensor seringkali memiliki antarmuka komunikasi yang berbeda-beda sehingga pemrograman juga menjadi lebih kompleks. Sebagai contoh adalah

penggunaan kamera *CMUcam* yang memanfaatkan antarmuka komunikasi serial dan sensor orientasi kompas yang menggunakan antarmuka *i2c*. Hal tersebut menyebabkan robot sepak bola menjadi tidak kompak dan rumit dalam pemrograman.

Robot sepak bola sederhana pada umumnya memang dibangun menggunakan sensor visi sederhana contohnya *CMUcam* atau *Pixycam*. *CMUcam* dan *Pixycam* mampu melakukan pengklasifikasian warna dan penjejukan pada obyek berwarna. Akan tetapi keduanya memiliki spesifikasi yang rendah. Sehingga menyebabkan pengolahan citra menggunakan kedua sensor tersebut sulit dikembangkan lebih jauh. Alternatif lain adalah menggunakan *webcam* sebagai sensor visi. Akan tetapi *webcam* membutuhkan kontroler berupa mini komputer atau *Raspberry* untuk bisa mengolahnya. Mini komputer memiliki ukuran yang cukup besar dibandingkan ukuran mikrokontroler. Sedangkan jika menggunakan *Raspberry* masih memerlukan mikrokontroler lain sebagai antar muka pengendalian motor atau sensor-sensor lain. Hal tersebut menyebabkan sistem menjadi kurang efisien.

Alternatif lain yang bisa digunakan adalah *handphone Android*. *Handphone Android* merupakan perangkat yang sangat lengkap dengan ukuran kompak dan memiliki spesifikasi yang tinggi. *Handphone Android* memiliki berbagai sensor yang terintegrasi. Beberapa sensor pada *Handphone Android* yang dapat digunakan untuk membangun robot sepak bola antara lain adalah kamera, sensor orientasi kompas, *gyro* dan *acceleration*. Tentunya sensor-sensor tersebut perlu diuji jika digunakan pada robot sepak bola. Penelitian ini membahas penggunaan sensor kamera dan sensor orientasi kompas pada *Handphone Android* untuk merancang sebuah robot sepak bola beroda.

## 2. Tinjauan Pustaka

Tahun 2011, Universitas Islam Indonesia mengembangkan robot sepak bola yang

memanfaatkan kamera *CMUcam3* sebagai sensor visi untuk menjejak obyek bola dan gawang [3]. Robot sepak bola tersebut merupakan robot humanoid yang menggunakan penggerak menyerupai kaki manusia [5]. Pengendalian actuator dilakukan secara trial-error untuk mendapatkan pergerakan robot berupa maju, belok dan menendang [4]. Penelitian tersebut menggunakan penjejukan berdasarkan warna RGB. Prinsipnya pemrogramannya adalah dengan memberikan perintah ke *CMUcam* untuk melakukan suatu tugas tertentu, kemudian memberikan umpan balik berupa data hasil ke mikrokontroler. Data tersebut kemudian baru diolah untuk menjadi aktuasi robot. Antara kontroler dan *CMUcam* terjadi komunikasi 2 arah melalui komunikasi serial. Kelemahan dengan sistem tersebut adalah data yang dikirim harus bergantian berdasarkan *request* dari mikrokontroler. Sebuah penelitian lain terkait perancangan robot humanoid adalah penggunaan mikrokontroler berbasis *ATMEGA32*. Perancangan robot tersebut lebih difokuskan pada keseimbangan robot saat berjalan dengan menggunakan parameter kemiringan dari sensor *gyro* [1].

Penelitian lain yang berkaitan dengan kebutuhan robot sepak bola adalah pendeteksian obyek bola dengan metode color filtering HSV pada robot soccer humanoid [2]. Penelitian tersebut menggunakan kamera dan *raspberry* sebagai perangkat penelitian. Penelitian tersebut meliputi pengujian jarak pendeteksian bola dari hasil filtering menggunakan HSV. Pendeteksian obyek pada robot sepak bola juga dapat dilakukan dengan menerapkan *Algoritma Canny* dan *Blob Detection* [6]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan tingkat keberhasilan penggunaan metode *Algoritma Canny* dan *Blob Detection* mencapai 85% dalam mendeteksi obyek.

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan berupa perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari perangkat mekanik dan

elektronik robot. Secara umum, komponen dari perangkat robot yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

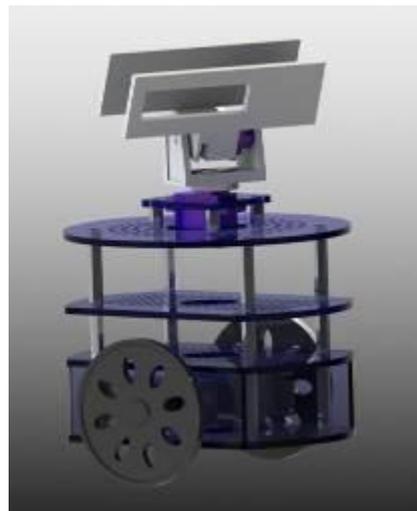
Tabel 1. Perangkat yang digunakan

No.	Nama Alat
1	<i>Sony Xperia X10 mini pro</i>
2	<i>Arduino Mega ADK</i>
3	<i>Servo Continuous</i>
4	<i>Mini Servo 180°</i>
5	<i>Motor Driver L293D</i>
6	<i>Baterai 11,11V 3 Cell</i>
7	<i>Kabel USB</i>

Perangkat lunak yang digunakan adalah perangkat lunak desain untuk membuat desain mekanik robot, perangkat lunak pemrogram yaitu *eclipse* dan *Arduino*.

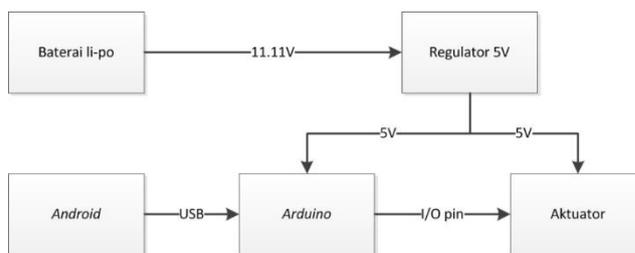
### 3.2 Rancangan mekanik robot

Mekanik robot dirancang menggunakan rangka berbasis akrilik dan beberapa penambahan sistem mekanisme untuk menunjang gerak robot. Desain mekanik robot dapat dilihat pada Gambar 3.1. Penggerak utama robot adalah *servo continuous* yang menjadi penggerak roda. Sedangkan *handphone Android* dirancang agar terpasang pada leher robot yang memiliki 2 derajat kebebasan. Leher robot digerakan menggunakan 2 *mini servo* yang memiliki rentang putar sebesar 180°. Satu *mini servo* bergerak secara horizontal (*pan*) dan *mini servo* lainnya akan bergerak secara vertical (*tilt*).



Gambar 3.1. Desain mekanik robot

Perangkat robot tersebut secara umum memiliki rancangan blok diagram elektronik seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Blok diagram perangkat robot

### 3.3 Rancangan Program Pengolahan Citra

Rancangan Program untuk kamera terbagi menjadi 3 *class* yaitu *class main activity* berisi *life cycle* dari program *Android* yang dibuat, *class surface view* berfungsi sebagai penampil hasil tangkapan kamera pada layar *Android* dan *class image processing* berisi proses pengolahan citra yang akan digunakan dalam robot sepak bola. Hasil pengolahan citra akan berupa koordinat bola dan gawang (x dan y). Hasil tersebut kemudian dikirim ke *main activity* untuk data kamera dan dari *main activity* ke *Arduino Mega ADK* melalui USB. Pengiriman data antar *class* menggunakan metode pengiriman *handler message*.

Setelah data kamera berada di *main activity* maka langkah selanjutnya adalah mengirimkan data-data tersebut ke *Arduino* melalui USB. Hal yang perlu diperhatikan adalah tipe data pengiriman yaitu dalam bentuk byte yang hanya

memiliki rentang nilai 0-255. Sehingga untuk menghindari data hilang karena nilai data lebih dari 255 maka sebelum pengiriman, data-data tersebut perlu diurai menjadi karakter per karakter. Data yang terima akan berupa nilai desimal dari karakter-karakter yang telah dikirim dan untuk selanjutnya dapat dikonversi lagi ke karakter dan disatukan di dalam *Arduino Mega ADK* agar bisa digunakan sebagai parameter program robot.

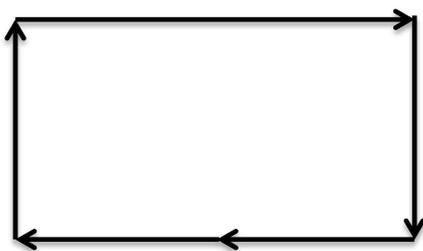
### 3.4 Rancangan Program pada *Arduino*

Secara umum diagram alir pada *Arduino* dapat dilihat pada Gambar 3.5. Diagram Alir tersebut merupakan diagram alir keseluruhan pada *Arduino*. Diagram Alir tersebut dapat diperjelas pada fungsi-fungsi utama sebagai berikut.

#### 3.4.1 Diagram Alir proses mencari Bola dan Gawang

Program mencari bola dan gawang digunakan untuk menemukan bola atau gawang. Tugas cari bola secara garis besar adalah gerakan *servo pan* dan *tilt* yang membentuk pola tertentu untuk memperluas jangkauan pandang robot. Diagram alir program untuk mencari bola dan gawang dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Pola gerakan pencarian bola dan gawang yang digunakan dapat dilihat pada gambar Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Pola pencarian bola dan gawang

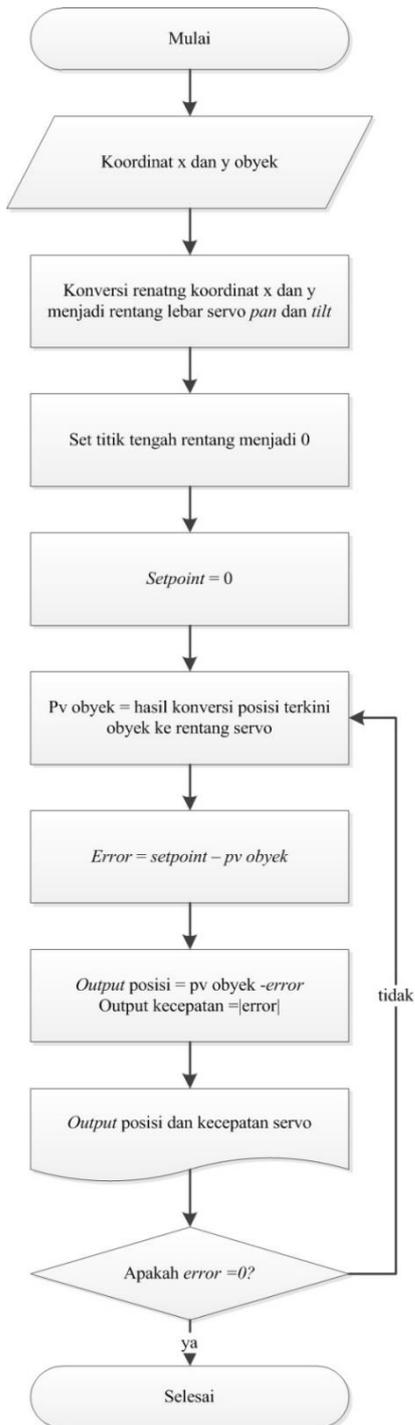
#### 3.4.2 Diagram alir proses meluruskan robot terhadap bola atau gawang

Metode untuk meluruskan posisi robot terhadap bola dan terhadap gawang adalah sama. Perbedaannya hanya terdapat pada koordinat yang digunakan. Saat robot

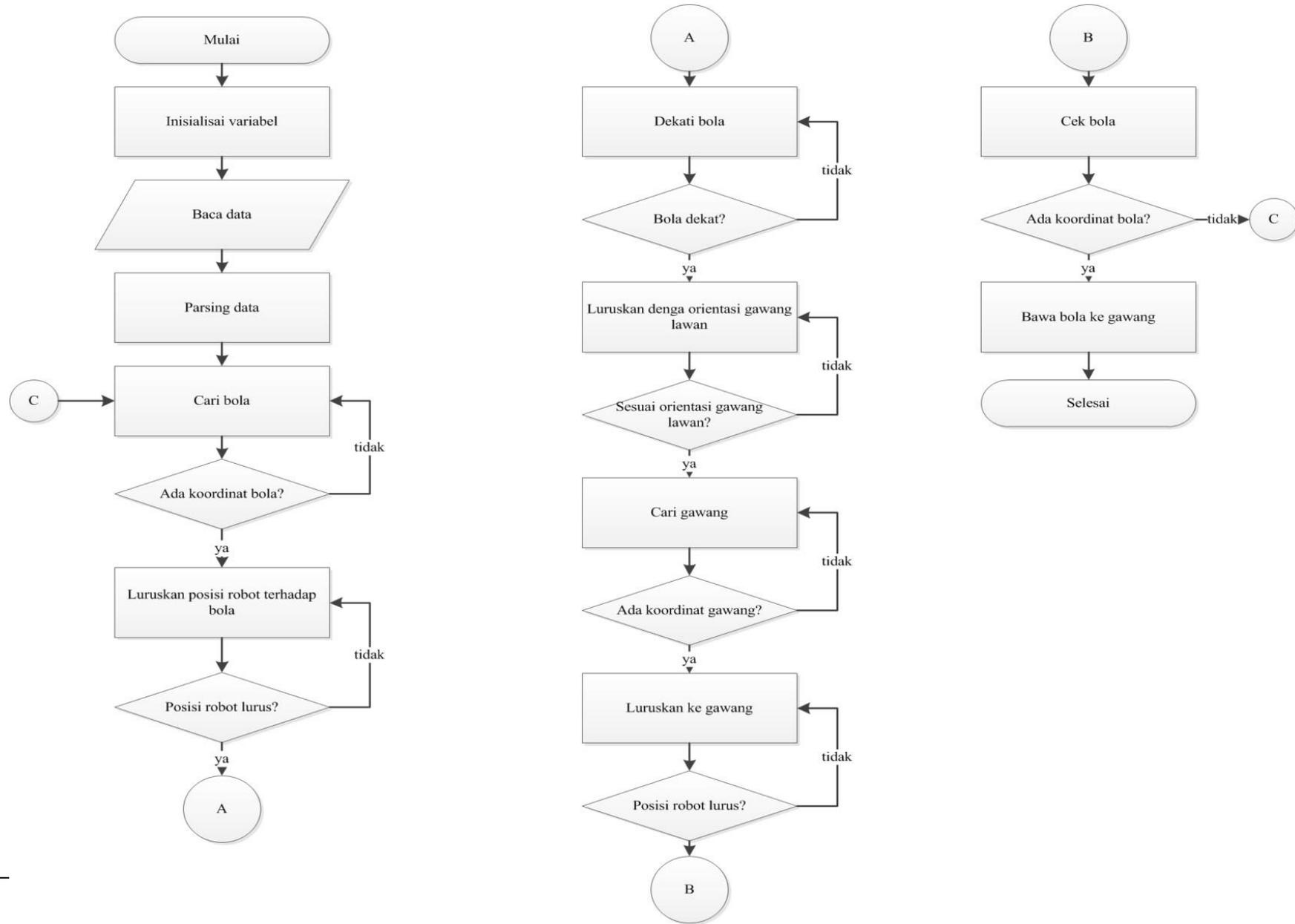
meluruskan terhadap bola maka koordinat yang digunakan adalah koordinat x dan y bola (Hasil segmentasi obyek warna oranye). Sedangkan saat robot meluruskan posisi terhadap gawang maka koordinat yang digunakan adalah koordinat x dan y gawang (Hasil segmentasi obyek warna kuning). Proses meluruskan posisi robot terhadap gawang dieksekusi setelah posisi robot dekat bola terpenuhi dan sudah sesuai dengan lokasi orientasi gawang lawan. Proses meluruskan posisi robot dengan bola atau gawang dilakukan dengan mengatur kecepatan motor. Pengaturan kecepatan motor disesuaikan dengan besarnya perbedaan sudut orientasi posisi robot terhadap gawang. Kecepatan motor diatur menggunakan metode pengaturan konstanta proporsional. Diagram alir proses meluruskan posisi robot terhadap bola atau gawang dapat dilihat pada Gambar 3.4.

#### 3.4.3 Diagram alir proses mendekati bola

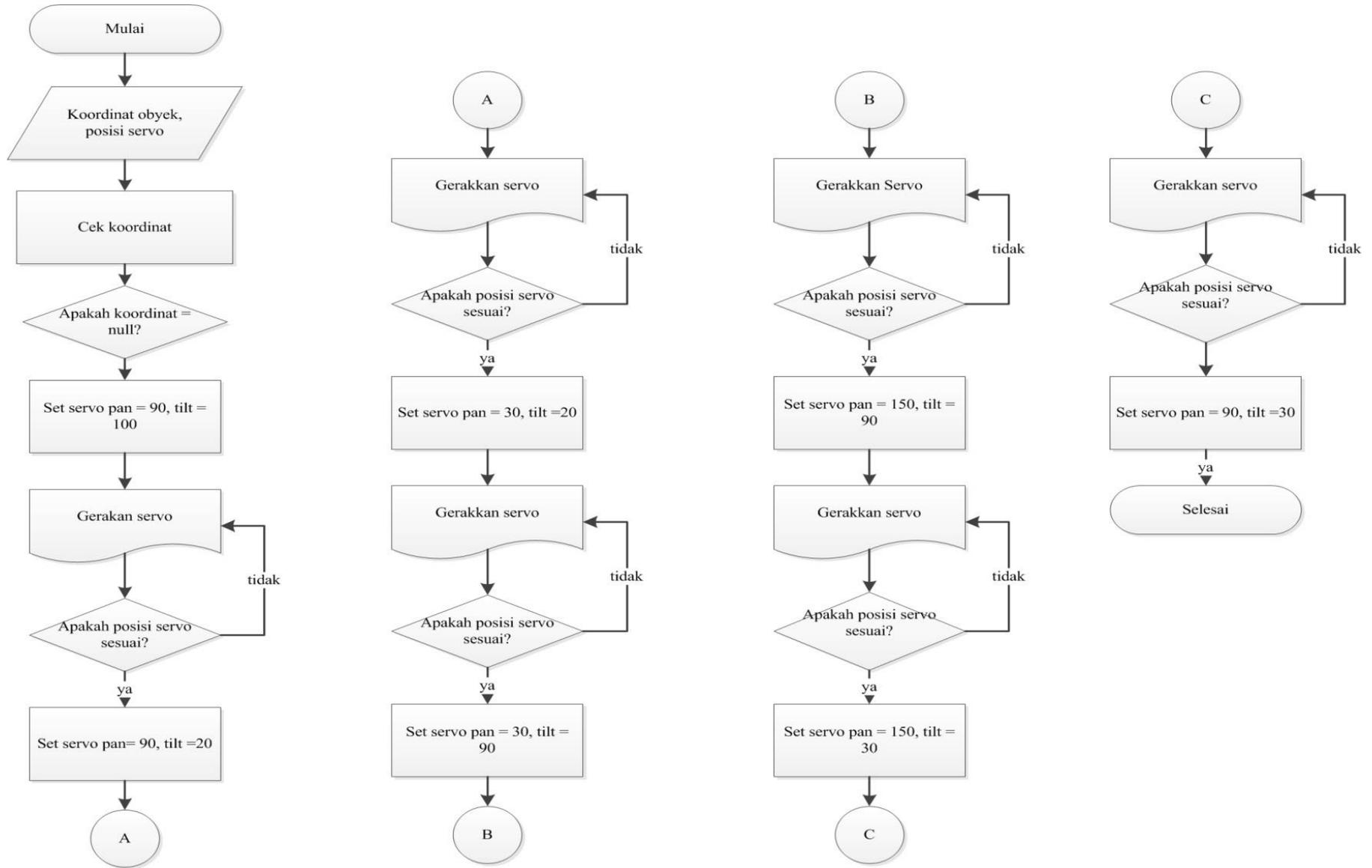
Proses mendekati bola adalah proses yang dilakukan setelah proses meluruskan robot terhadap bola. Proses mendekati bola juga dilakukan dengan mengatur proporsi kecepatan motor berdasarkan jarak bola terhadap robot. Proporsi kecepatan tersebut didapatkan dengan melakukan pengaturan nilai konstanta proporsional dari pegujian karakteristik motor *servo* pada roda. Diagram alir proses mendekati bola dapat dilihat pada Gambar 3.7.



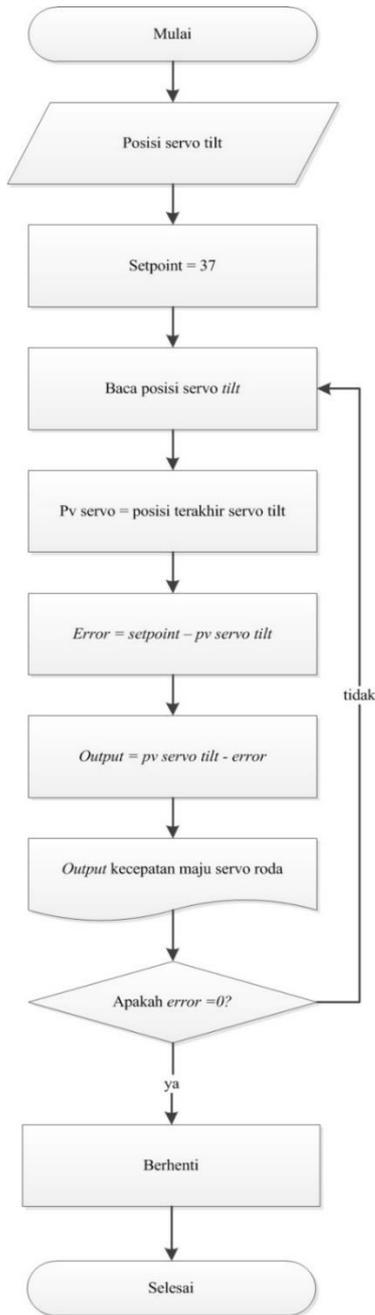
Gambar 3.4. Diagram alir proses meluruskan robot terhadap bola dan gawang



Gambar 3.5. Diagram Alir Program pada *Arduino*



Gambar 3.6. Diagram alir program pencarian bola dan gawang

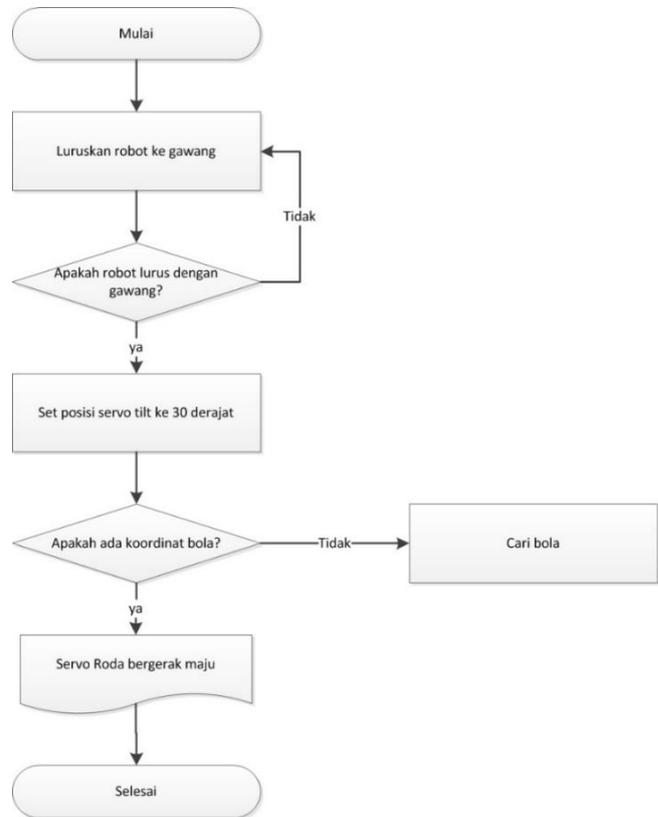


Gambar 3.7. Diagram alir proses mendekati bola

### 3.4.4 Diagram alir proses pengecekan bola dan membawa bola ke gawang

Proses mengecek dan membawa bola dilakukan setelah robot mendekati bola dan meluruskan orientasi robot terhadap gawang. Sedangkan proses pengecekan bola dilakukan untuk memastikan bahwa bola tepat didepan robot untuk kemudian dapat dibawa ke gawang.

Diagram alir proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Diagram alir proses pengecekan bola dan membawa bola ke gawang

### 3.4.5 Pengujian

Pengujian terbagi menjadi 2 bagian yaitu pengujian motor *servo* pada roda dan pengujian fungsi robot dalam menjalankan tugas.

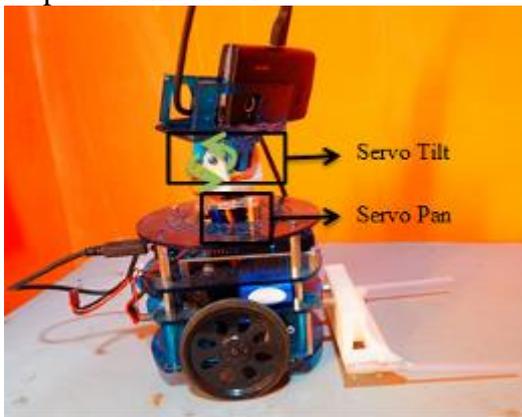
Pengujian motor *servo* dilakukan untuk mencari karakteristik respon sistem dari *servo continuous* pada roda robot. Hasil pengujian tersebut kemudian digunakan sebagai acuan untuk mencari konstanta proporsional. Nilai konstanta proporsional digunakan untuk mengatur proporsi kecepatan robot terhadap jarak atau orientasi ke *setpoint* atau obyek. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan nilai konstanta proporsional tertentu hingga robot beresilasi terus-menerus. Kemudian nilai konstanta tersebut dibagi 2. Selanjutnya secara bertahap dari hasil konstanta bagi 2 tersebut ditambah atau dikurangi untuk dibandingkan

dan dipilih respon yang dianggap paling baik. Parameter dalam pengujian ini adalah nilai derajat orientasi robot menuju *set point* tertentu.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil Perancangan

Hasil perancangan mekanik robot dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hasil perancangan mekanik robot

Hasil perancangan aplikasi pengolahan citra dapat dilihat pada Gambar 4.2. Antarmuka pada aplikasi akan menunjukkan objek yang dideteksi dengan memberikan batas (*boundary object*) dengan bentuk persegi. Koordinat yang dikirimkan ke mikrokontroler robot adalah titik pusat dari *boundary object* yang dideteksi.



Gambar 4.2. Antarmuka aplikasi pengolahan citra pada Android

Data-data yang dikirimkan ke mikrokontroler robot antara lain adalah koordinat bola, koordinat gawang dan sensor orientasi. Data-data tersebut dapat ditangani

dengan baik dan terbaca oleh *Arduino*. Hasil pengiriman data saat di tampilkan pada *Serial Monitor Arduino* dapat dilihat pada Gambar 4.3.

```
koordinat x bola : 54
koordinat y bola : 207
koordinat x gawang : 278
koordinat y gawang : 79
Sumbu yaw : 121
koordinat x bola : 54
koordinat y bola : 207
koordinat x gawang : 278
koordinat y gawang : 79
Sumbu yaw : 121
koordinat x bola : 61
koordinat y bola : 205
koordinat x gawang : 283
koordinat y gawang : 79
Sumbu yaw : 121
koordinat x bola : 61
koordinat y bola : 205
koordinat x gawang : 283
koordinat y gawang : 79
Sumbu yaw : 121
```

Gambar 4.3. Hasil pembacaan data

Data-data tersebut kemudian digunakan sebagai parameter pembuatan program robot sepak bola berdasarkan diagram alir yang telah dirancang sebelumnya.

##### 4.2 Hasil Pengujian

###### 4.2.1 Pengujian Karakteristik Motor Servo Roda

Hasil pengujian karakteristik motor *servo* pada roda dapat dilihat pada Gambar 4.6. Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai konstanta dengan kelipatan 0,5 dengan nilai awal sebesar 1. Saat nilai konstanta bernilai 1, respon sistem *servo* menunjukkan tidak terjadi osilasi. Hanya saja terjadi *overshot* meskipun tidak signifikan. Saat nilai konstanta proporsional diubah menjadi 1,5, terjadi perubahan respon berupa naiknya nilai *overshot* dan terjadi sedikit osilasi sebelum mencapai kondisi *steady state* pada titik *set point*.

Saat nilai konstanta diubah menjadi 2, respon sistem menunjukkan mulai terjadi osilasi berkesinambungan. Akan tetapi jika dilihat lebih teliti, semakin lama siklus, semakin rendah titik puncak nilai osilasinya. Sehingga pada nilai konstanta tersebut dianggap belum berosilasi berkesinambungan. Osilasi berkesinambungan terjadi saat nilai konstanta diubah ke 2,5. Hal tersebut diasumsikan pada titik puncak osilasi yang cenderung tetap.

Jika merujuk pada metode *Ziegler – Nichols* untuk menentukan nilai konstanta proporsional maka diperoleh nilai konstanta sebesar 1,25. Akan tetapi, hasil respon sistem saat konstanta proporsional 1,25 tidak menunjukkan respon yang lebih baik dibandingkan dengan respon sistem dengan konstanta proporsional 1. Hal tersebut dapat dilihat dari respon sistem dengan konstanta 1,25 masih terjadi sedikit osilasi dan *setting timenya* tidak lebih baik dari respon sistem dengan konstanta proporsional 1. Oleh karena itu, konstanta proporsional 1 digunakan sebagai acuan pengaturan kecepatan motor saat meluruskan robot terhadap bola atau gawang dan mendekati bola.

4.2.2 Hasil Pengujian Fungsi Robot

Hasil pengujian fungsi robot adalah hasil pengujian robot dalam menjalankan fungsi sebagai robot sepak bola. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mampu menjalankan fungsinya sebagai robot sepak bola yaitu mendeteksi bola, gawang dan mampu membawa bola ke gawang.



Gambar 4.4. Hasil pengujian fungsi robot (dari kiri atas ke kanan bawah)

4.3 Pembahasan

4.3.1 Desain Mekanik Robot

Kendala yang muncul dengan rancangan sistem mekanik tersebut adalah *handphone Android* akan terus bergerak sesuai perubahan

gerak *servo* leher. Hal itu menyebabkan pembacaan sensor orientasi akan selalu berubah seiring dengan perubahan posisi *handphone*. Solusi yang dilakukan adalah membatasi pembacaan sensor orientasi kompas hanya saat *servo pan* lurus ke depan atau pada posisi 90 derajat.

Kendala lain yang muncul akibat dari konstruksi mekanik yang dibuat adalah robot tidak mampu bergeser ke kanan dan ke kiri. Tentu kendala tersebut mempersulit dalam memposisikan bola pada posisi depan dan tepat pada tengah robot. Kendala tersebut dapat diselesaikan dengan cara mengoreksi posisi robot terhadap bola secara kontinyu atau secara mudahnya robot terus memposisikan lurus dengan bola sebelum mendekatinya.

4.3.2 Program Pada Android

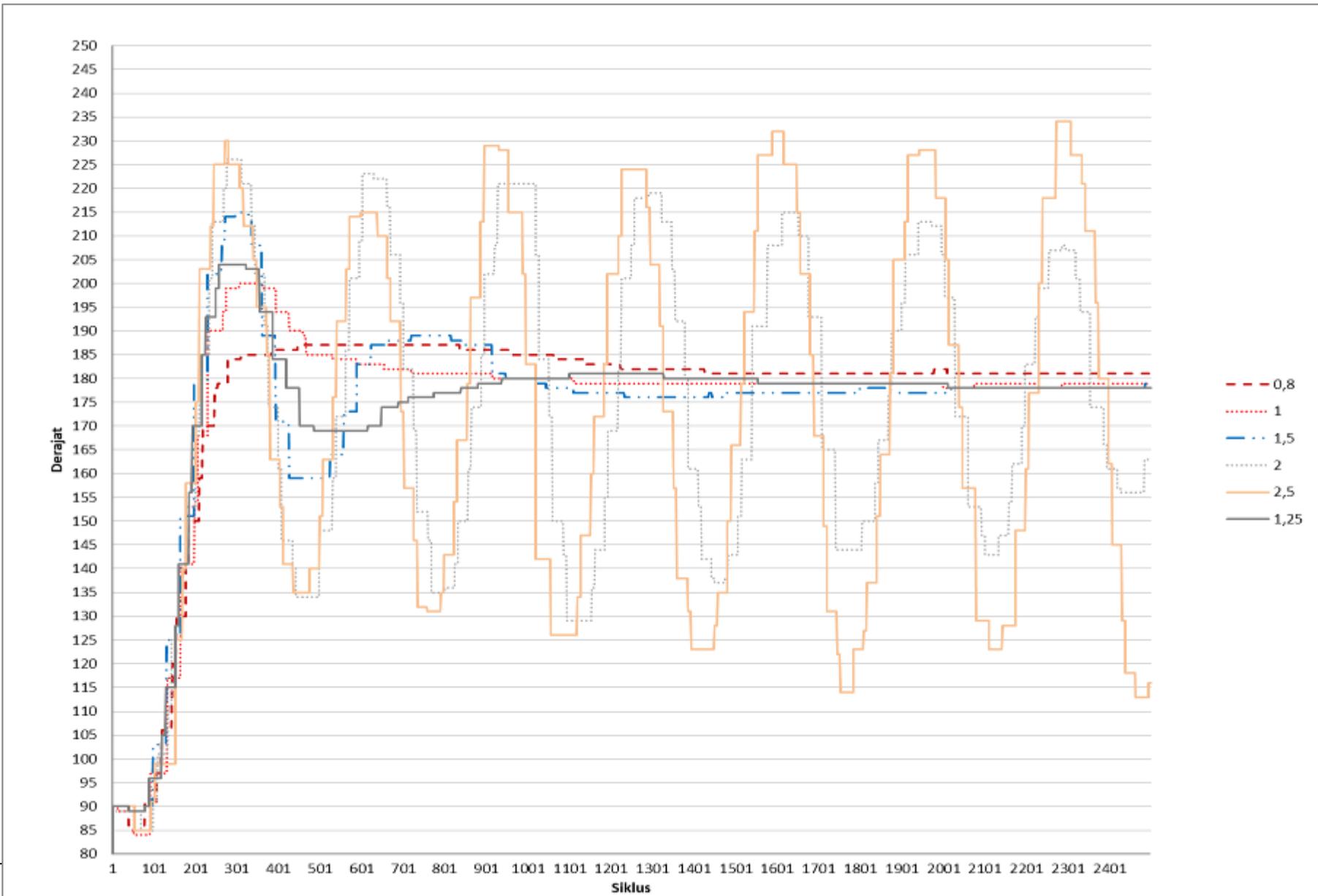
*Android* mampu mendeteksi obyek yang berupa bola (Oranye) dan gawang (Kuning) sekaligus dengan menggunakan metode *multiple obyek detection*. Rentang nilai *Hue, Saturation* dan *Value (HSV)* obyek bola yang digunakan adalah 9, 80, 90 untuk batas bawah dan 20, 255, 255 untuk batas atas. Sedangkan rentang nilai *HSV* obyek gawang yang digunakan adalah 25, 80, 90 untuk batas bawah dan 40, 255, 255, untuk batas atas. Hasil dari penggunaan *multiple obyek detection* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Deteksi bola dan gawang sekaligus

*Multiple obyek detection* dapat dilakukan dengan cara memisahkan obyek berdasarkan warna. Data objek disimpan ke dalam dua

variabel yang berbeda. Tiap variabel mempunyai filter warna yang berbeda. Penelitian ini menggunakan filter warna oranye untuk bola dan filter warna kuning untuk gawang.

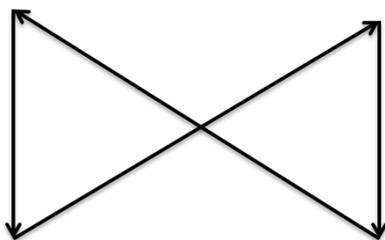


Gambar 4.6. Hasil pengujian kareteristik respon sistem *Servo* pada roda

Penggunaan *multiple object detection* akan menambah beban *processing* data pada kamera. Sehingga terkadang terjadi *frame lag* atau *frame rate* yang turun secara drastis saat mendeteksi bola dan gawang sekaligus. Solusi untuk hal tersebut adalah dengan mengurangi pemrosesan obyek. Salah satu proses yang dapat dihilangkan adalah proses *noise reduction*. Pada awalnya, metode *noise reduction* yang digunakan adalah erosi dan delasi. Kemudian metode tersebut diganti dengan pengabaian luas pixel yang kecil dan dianggap bukan obyek. Tentunya, metode tersebut memiliki kekurangan jika obyek jauh dan luas pixel sesuai rentang yang diabaikan, maka obyek tidak akan terdeteksi.

#### 4.3.3 Program pada *Arduino*

Langkah pertama robot sepak bola dalam menjalankan fungsinya adalah mencari bola. Program mencari bola adalah program pencarian saat bola tidak dalam jangkauan kamera. Program mencari bola dilakukan dengan cara menggerakkan *servo pan* dan *tilt* untuk menjangkau daerah luar jangkauan pandang kamera. Awalnya skema pencarian bola yang digunakan adalah membentuk pola gerakan seperti tampak pada Gambar 3.3. Pola pencarian tersebut ternyata memiliki kelemahan yaitu saat bola berada pada kanan robot maka harus menunggu selesai mengecek daerah kiri robot. Untuk mengurangi waktu tunggu jika terjadi kasus yang telah disebutkan maka pola gerakan pencarian bola diubah menjadi seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Pola baru pencarian bola dan gawang

Program mendekati bola adalah langkah lanjutan setelah bola ditemukan. Saat bola ditemukan, maka *Arduino* akan memperoleh

koordinat x dan y bola. Nilai koordinat x dan y tersebut kemudian digunakan untuk menggerakkan *servo pan* dan *tilt* untuk meluruskan posisi terhadap bola. Kendala yang muncul saat pengendalian *servo pan* dan *servo tilt* adalah *library servo* bawaan dari *Arduino* tidak memiliki variabel pengatur kecepatan. Sehingga kecepatan *servo* yang bisa digunakan hanyalah kecepatan *servo* maksimum. Hal tersebut menyebabkan sering terjadinya overshoot atau bahkan *servo* menjadi beresilasi berkesinambungan. Solusinya adalah dengan mengganti *library servo* dengan *library* yang memiliki variabel pengatur kecepatan. Sehingga, pengendalian posisi dengan memanfaatkan proporsi kecepatan terhadap jarak dapat dilakukan.

Setelah bola berada didepan robot, langkah selanjutnya adalah mengarahkan robot ke arah gawang lawan. Arah gawang lawan diketahui melalui posisi orientasi robot terhadap gawang lawan. Kendala yang muncul dalam penggunaan sensor orientasi adalah saat posisi *set point* dekat dengan nilai  $0^\circ$  atau  $359^\circ$ . Kendala tersebut muncul karena sudut putar lingkaran  $0^\circ$  dan  $359^\circ$  selisihnya hanya  $1^\circ$ . Sehingga saat *set point* di set pada titik  $0^\circ$  kemudian terjadi overshoot pada robot sehingga mencapai nilai  $359^\circ$  maka robot akan berputar kembali untuk mencapai posisi  $0^\circ$ . Hal itu menyebabkan pergerakan menjadi kurang efisien karena robot harus melakukan 1 putaran kembali untuk mencapai posisi *set point*. Solusinya adalah melakukan modifikasi program agar robot mampu melakukan pergerakan secara efisien yaitu dengan menempuh jarak terdekat (selisih derajat paling kecil) supaya pergerakan lebih cepat. Modifikasi program agar mampu menentukan pergerakan yang paling efisien adalah dengan membagi daerah sudut putar kompas menjadi 3 bagian berdasarkan selisih derajat posisi robot dengan derajat *set point*.

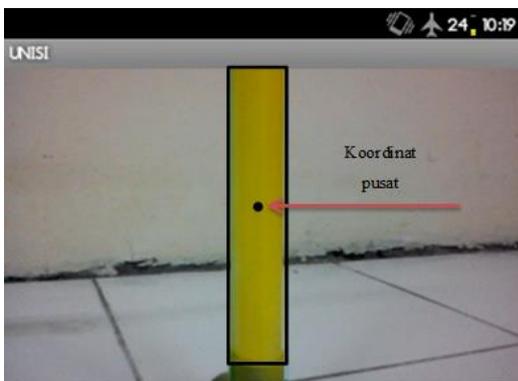
#### 4.3.4 Keseluruhan sistem

Secara keseluruhan, robot mampu menjalankan fungsinya sebagai robot sepak bola

yaitu mencari dan mengejar bola, memposisikan diri ke arah gawang musuh dan kemudian membawa bola ke arah gawang. Hanya saja, seringkali robot tidak dapat memasukan bola ke gawang karena robot akan membawa bola lurus ke koordinat tengah objek. Masalah tersebut muncul saat bola dekat dengan gawang. Saat gawang jauh dan gawang terlihat semua maka titik pusat gawang akan berada pada ruang kosong diantara tiang gawang. lebih jelasnya tampak pada Gambar 4.33 dan Gambar 4.34.



Gambar 4.33 Gawang saat tampak keseluruhan



Gambar 4.34 Gawang saat terlihat pada bagian tertentu

Saat robot dekat dengan gawang maka yang akan terdeteksi hanyalah salah satu bagian dari gawang yang berarti titik pusatnya hanya ada pada tengah bagian gawang tersebut, sehingga otomatis robot akan membawa bola lurus ke bagian gawang tersebut.

## 5. KESIMPULAN

Robot sepak bola yang telah dirancang dalam penelitian ini mampu menjalankan fungsinya dalam mencari dan mengejar bola,

memposisikan diri ke arah gawang musuh dan kemudian membawa bola ke arah gawang musuh. Hal tersebut menunjukkan bahwa *Handphone Android* dapat digunakan sebagai alternatif sensor sekaligus komputasi untuk robot sepak bola.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soim, S., Junaidi dan Amperawan. (2015). Perancangan Robot Humanoid Berbasis Mikrokontroler Atmega 32. *Prosiding SEMNASTEK*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- [2] Khamdi, Nur., Susantok, M., Leopard, P., (2017). Pendeteksian Objek Bola dengan Metode Color Filtering HSV pada Robot Soccer Humanoid. *Jurnal Nasional Teknik Elektro* Vol. 6, No. 2, Juli 2017.
- [3] Mahardhika, Amrullah. (2011). Sensor Kamera Untuk Robot Dua Kaki. Skripsi. Tidak diterbitkan. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [4] Sriyanto, Joko. (2011). Perancangan Sistem Kendali Robot Berkaki Dua. Skripsi. Tidak diterbitkan. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [5] Sukerman, Endik. (2011). Perancangan Sistem Mekanik Robot Dua Kaki. Skripsi. Tidak diterbitkan. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [6] Wahyudi, M. Kamal. (2016). Penerapan Algoritma Canny Dan Blob Detection Pada Robot Soccer Untuk Mendeteksi Tepi Citra Objek Berbasis Android. Skripsi. Tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Negeri Semarang.