

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

4.1 Data Percobaan

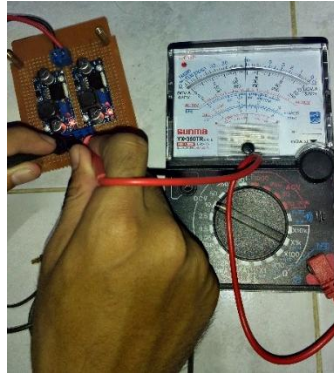
Pengujian yaitu merupakan bagian yang harus dilakukan untuk dapat mengetahui apakah alat yang telah dirancang mampu berfungsi sesuai apa yang diharapkan. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil-hasil yang telah dicapai pada pengujian alat. Pengujian bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari alat yang dibuat serta alat tersebut sudah dapat bekerja dengan baik dan sesuai apa yang diharapkan. Hasil-hasil pengujian tersebut nantinya akan dianalisa agar dapat mengetahui apa yang menjadi kekurangan. Pengujian pertama dilakukan secara terpisah, dalam artian dilakukan pengujian tiap fungsi komponen. Kemudian dilakukan pengujian secara keseluruhan ketika semua fungsi sudah disatukan. Pengujian yang telah dilakukan pada bab ini antara lain :

4.1.1 Pengujian Catu Daya

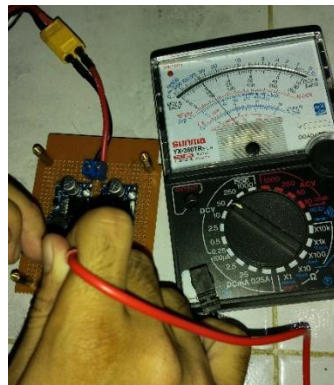
Catu daya yang digunakan pada alat ini berupa *power bank* dengan kapasitas 11.000mAh sebagai *power supply* pada Raspberry Pi 3 baterai 3 sel memiliki tegangan 11.1V yang menyuplai sumber tegangan ke 2 buah regulator dengan *output* yang berbeda yang sudah dijelaskan pada bab perancangan sebelumnya, dimana tujuan dari penggunaan regulator ini untuk mengatasi tegangan berlebih.



Gambar 4.1 Pengukuran Tegangan Baterai LiPo



Gambar 4.2 Pengukuran Tegangan Regulator A



Gambar 4.3 Pengukuran Tegangan Regulator B

Tabel 4.1 Tabel Nilai Tegangan

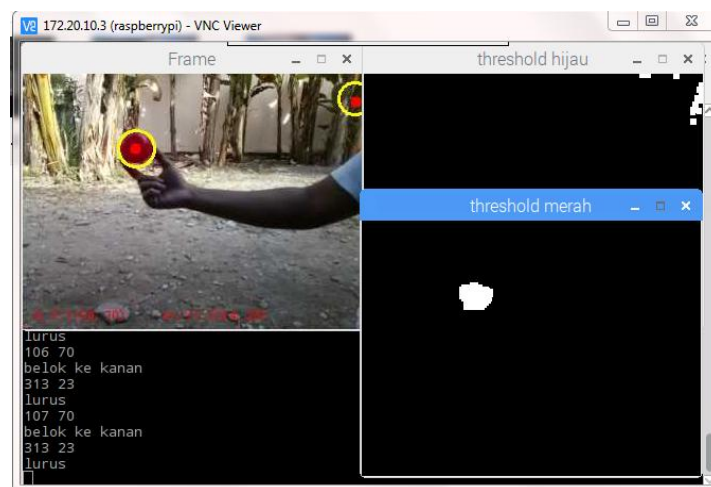
Variable	Tegangan
Regulator L2596 DC-DC (A)	5V
Regulator L2596 DC-DC (B)	11V
ESC	5V
Motor DC <i>Brushless</i>	11V
Servo	5V
Arduino Uno	5V
Raspberry Pi 3	3.3V

4.1.2 Pengujian Pemindaian Citra

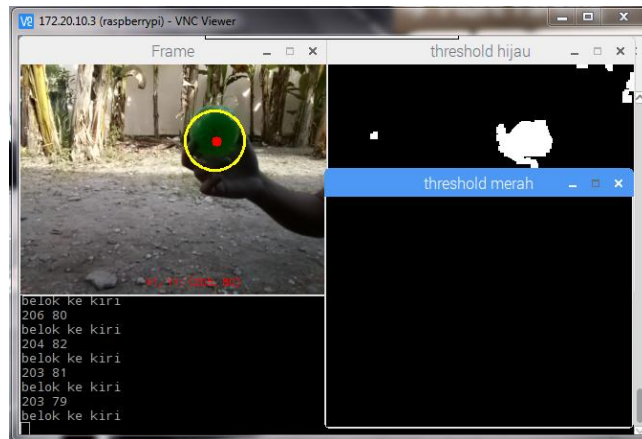
Pada pengujian ini dilakukan uji pemindaian citra yaitu pada objek bola warna merah dan hijau, pada pengujian ini terdapat dua pengujian yaitu pengujian terhadap tingkat luminasi cahaya dan pengujian pada jarak terhadap *pixel*.

4.1.2.1 Pengujian Berdasarkan Tingkat Luminasi Cahaya

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pembacaan warna pada objek berdasarkan tingkat kecerahan cahaya yang diterima. Pengujian ini dilakukan pada waktu pagi – malam sesuai dengan perbedaan cahaya pada waktu-waktu tertentu, dengan pengambilan data berada di luar ruangan (*Outdoor*) dan pada waktu yang ditentukan yaitu pagi, siang, sore, dan malam. Hasil gambar dan data sebagai berikut.



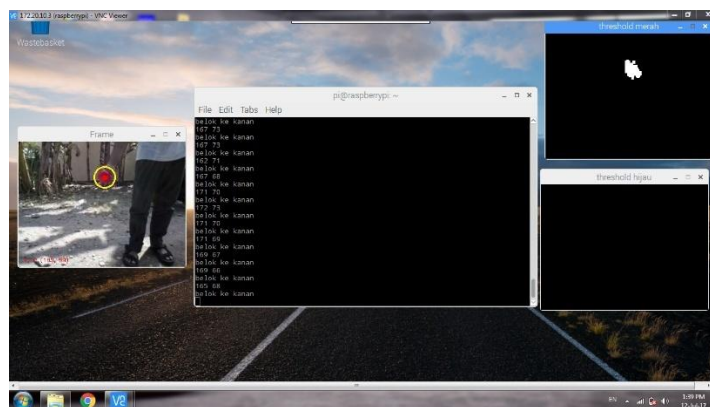
Gambar 4.4 Pemindaian Objek Merah pada Waktu Pagi Hari dengan Tingkat Luminasi 269 Lux



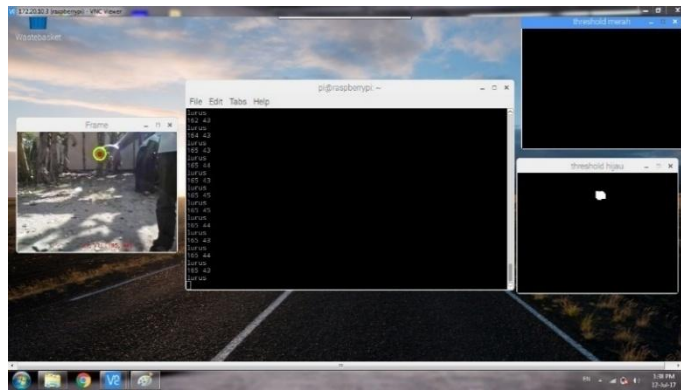
Gambar 4.5 Pemindaian Objek Hijau pada Pagi Hari dengan Tingkat Luminasi
269 Lux



Gambar 4.6 Nilai Intensitas Cahaya pada Pagi Hari



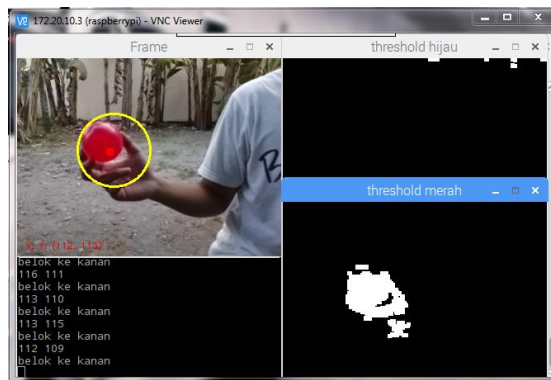
Gambar 4.7 Pemindaian Objek Merah pada Siang Hari dengan Tingkat Luminasi
1710 Lux



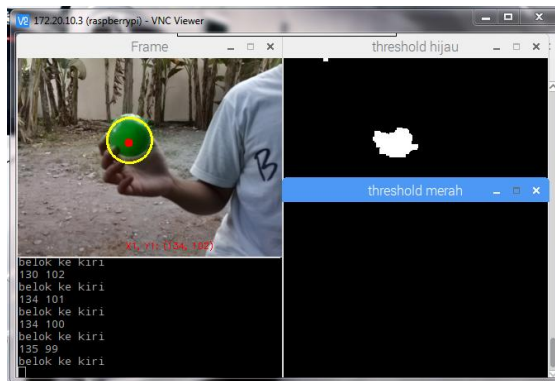
Gambar 4.8 Pemindaian Objek Hijau pada Siang Hari dengan Tingkat Luminasi 1710 Lux



Gambar 4.9 Nilai Intensitas Cahaya pada Siang Hari



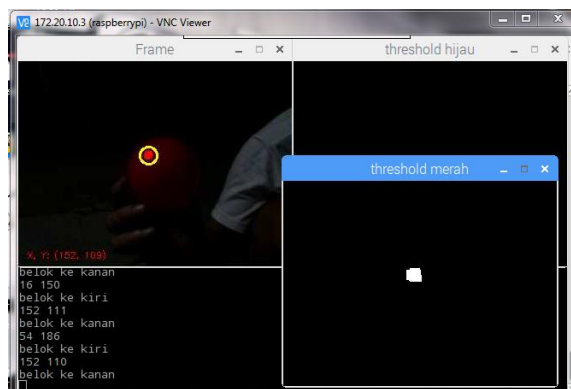
Gambar 4.10 Pemindaian Objek Merah pada Sore Hari dengan Tingkat Luminasi 867 Lux



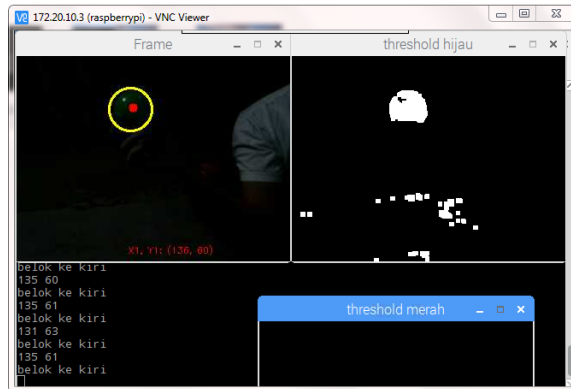
Gambar 4.11 Pemindaian Objek Hijau pada Sore Hari dengan Tingkat Luminasi
867 Lux



Gambar 4.12 Nilai Intensitas Cahaya pada Sore Hari



Gambar 4.13 Pemindaian Objek Merah pada Malam Hari dengan Tingkat
Luminasi 16 Lux



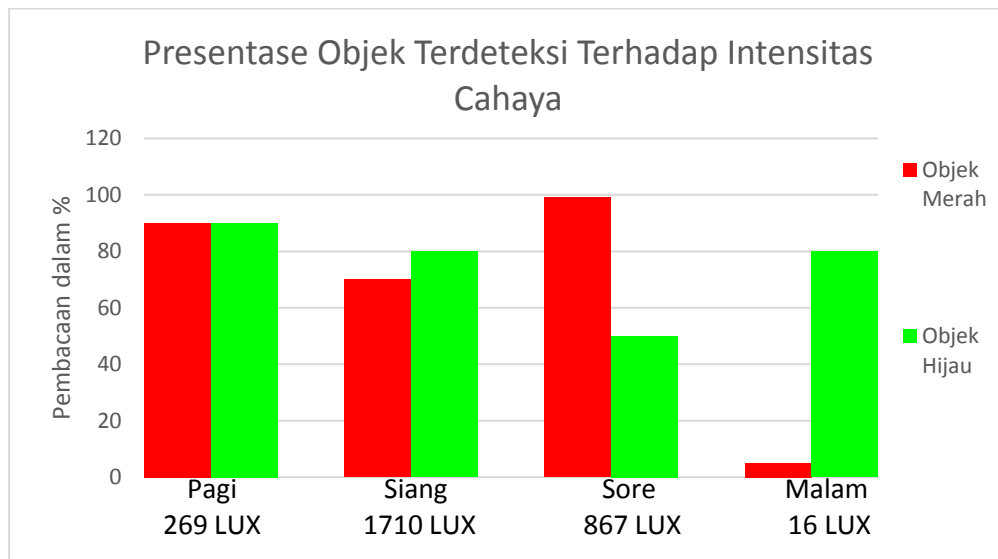
Gambar 4.14 Pemindaian Objek Hijau pada Malam Hari dengan Tingkat Luminasi 16 Lux



Gambar 4.15 Nilai Intensitas Cahaya pada Malam Hari

Tabel 4.2 Presentase Objek yang Terdeteksi

Objek	Kondisi Terdeteksi			
	Pagi 269 LUX	Siang 1710 LUX	Sore 867 LUX	Malam 16 LUX
Merah	90 %	70 %	99 %	5 %
Hijau	90 %	80 %	50 %	80 %

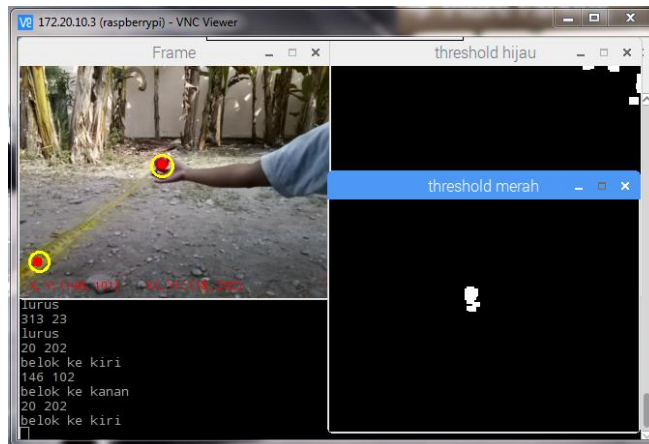


Gambar 4.16 Diagram Pengujian Citra Berdasarkan Tingkat Luminasi Cahaya

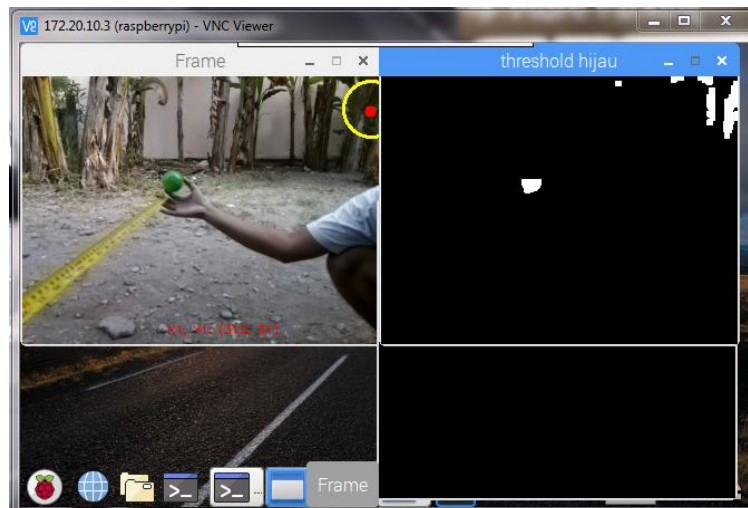
Dari pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya sangat berpengaruh pada pendeteksian objek warna tersebut, untuk pendeteksian malam hari pencahayaan dibantu oleh lampu penerangan dengan tingkat luminasi cahaya sebesar 16 Lux, sangat tidak disarankan untuk melakukan uji coba pada permukaan air saat malam hari karena mamiliki nilai *error* pada pembacaan yang tinggi.

4.1.2.2 Pengujian Berdasarkan Tingkat Jarak Terhadap *Pixel*

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pembacaan warna pada objek berdasaran tingkat dekat atau jauh jarak yang terbaca oleh kamera, pengujian ini dilakukan tidak harus berada diluar ruangan (*Outdoor*) akan tetapi dapat juga dilakukan didalam ruangan (*Indoor*), pengujian ini menggunakan alat ukur yaitu meteran dengan satuan CM (*Centi Meter*). Hasil gambar dan data sebagai berikut.



Gambar 4.17 Pemindaian Objek Merah pada Jarak 1 Meter



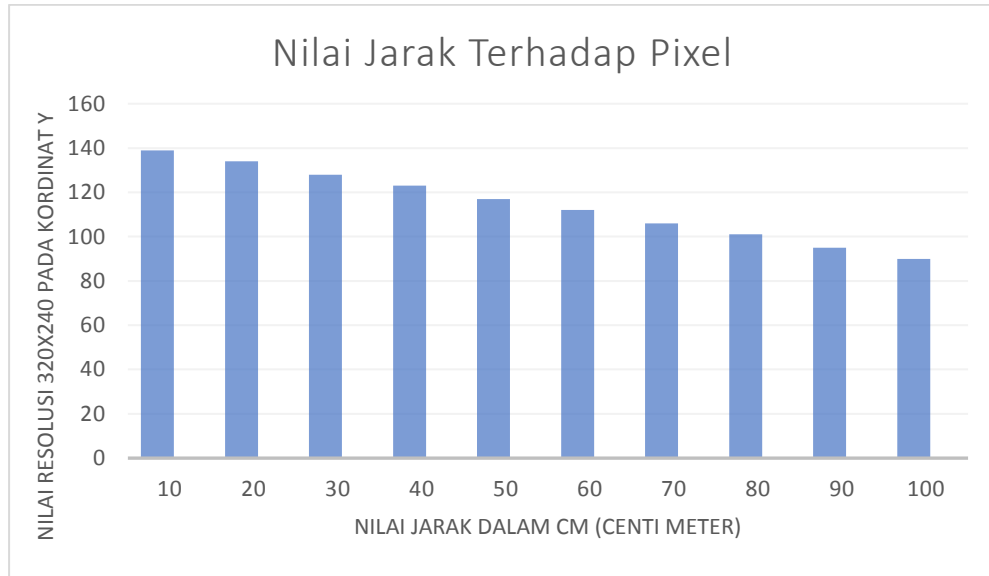
Gambar 4.18 Pemindaian Objek Hijau pada Jarak 1 Meter

Tabel 4.3 Pemindaian Objek Terhadap Jarak

Objek	Jarak Dalam cm (<i>Centi Meter</i>)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Merah	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi
Hijau	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi	tidak	tidak	tidak	tidak	tidak

Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Jarak terhadap Terhadap *Pixel*

Jarak Dalam cm (<i>Centi Meter</i>)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Resolusi 320x240 pada Kordinat Y	139	134	128	123	117	112	106	101	95	90

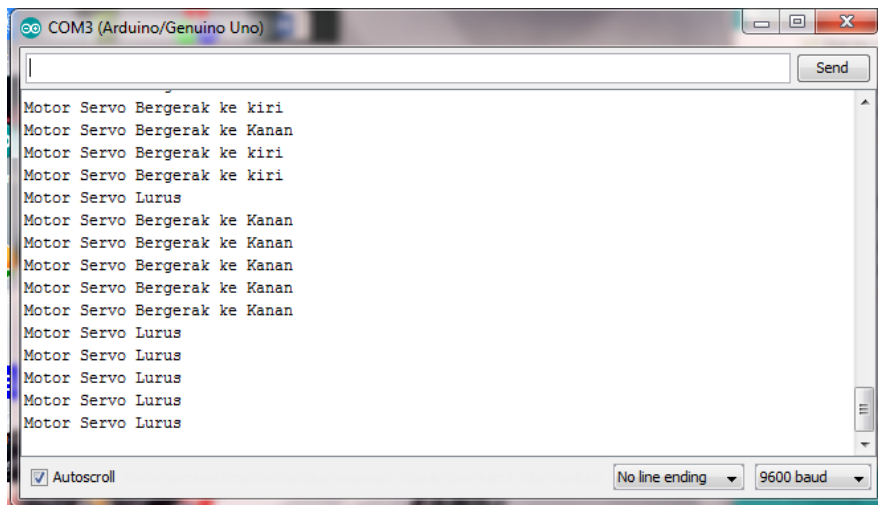


Gambar 4.19 Diagram Perbandingan Nilai Jarak Terhadap *Pixel* pada Kordinat Y

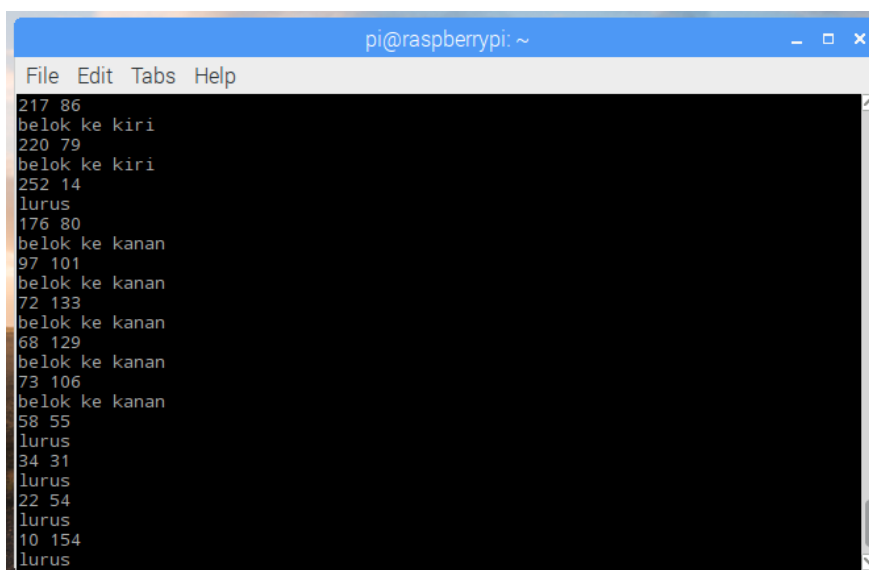
Pada pengujian diatas dapat diketahui bahwa objek warna merah dapat terdeteksi dari jarak 1 – 100 cm dengan stabil, akan tetapi untuk pendeteksian objek warna hijau hanya dapat mendeteksi dari jarak 1 – 50 cm selebihnya tidak dapat mendeteksi dikarenakan didapatkan banyak sekali *noise* oleh objek yang berwarna hijau lainnya sehingga dapat mengganggu proses pemindaian. Untuk perbandingan jarak terhadap *pixel* pada ruang pembacaan, semakin jauh jarak yang dibaca maka semakin rendah nilai pada kordinat Y.

4.1.3 Pengujian Komunikasi Serial

Pada pengujian ini dilakukan tes komunikasi serial dari raspberry pi ke Arduino, data hasil pembacaan pada raspberry pi diinisialisasikan dalam bentuk *char* yang mana *char* ini akan diterima oleh Arduino dan diterjemahkan kembali pada pemrograman di Arduino.



Gambar 4.20 Arduino Menerima Data Komunikasi Serial dari Raspberry Pi



Gambar 4.21 Raspberry Mengirimkan Data Komunikasi Serial Ke Arduino

Dari hasil pengujian diatas, dapat disimpulkan bahwa pengiriman data menggunakan komunikasi serial dari Raspberry Pi ke Arduino berfungsi dan berjalan dengan baik.

4.1.4 Pengujian Servo

Pada pengujian servo ini, dilakukan dengan cara memindai objek merah dan hijau didepan kamera Raspberry Pi *camera* kemudian objek tersebut diletakan pada

bagian tengah kamera, pada saat berhasil memindai maka data yang diolah oleh Raspberry Pi 3 akan dikirimkan ke Arduino untuk menggerakkan servo, yang mana fungsi dari servo ini yaitu untuk menarik maupun mendorong *fins* pada kapal ini.

```
kendali_kapal
{
  int baca=Serial.read();

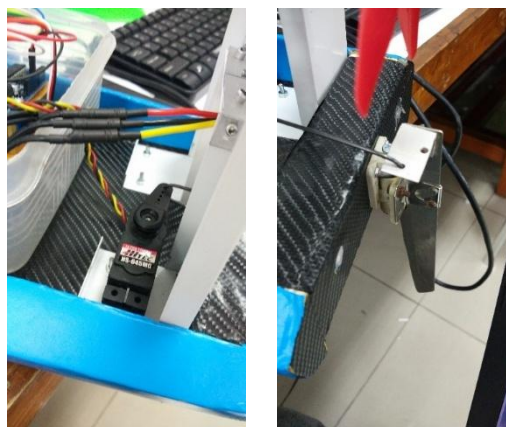
  if(baca=='R')
  {
    finservo.write(60);
    brushless.write(80);
    Serial.println("Motor Servo Bergerak ke kiri");
  }

  else if(baca=='L')
  {
    finservo.write(135);
    brushless.write(80);
    Serial.println("Motor Servo Bergerak ke Kanan");
  }

  else
  {
    finservo.write(100);
    brushless.write(65);
    Serial.println("Motor Servo Lurus");
  }
}
}
```

Gambar 4.22 Program Untuk Mengubah Posisi Sudut Servo

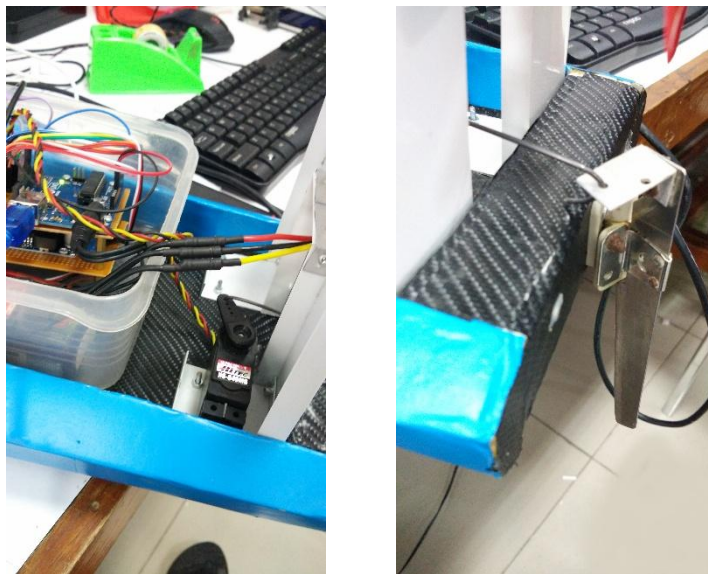
Pada Pemrograman Servo ini, untuk dapat menggerakkan kapal ke arah kiri maka servo diatur pada sudut kemiringan sebanyak 60° agar dapat menarik *fins*, dan apabila akan menggerakkan kapal ke arah kanan maka servo diatur pada sudut kemiringan sebanyak 135° agar dapat mendorong *fins*, dan pada posisi lurus servo diatur sudut kemiringannya sebanyak 100° .



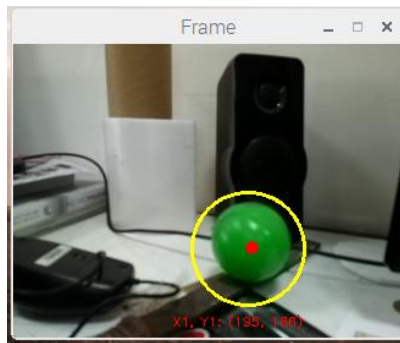
Gambar 4.23 Posisi Servo dengan sudut kemiringan 100° dan *fins* Saat Mendapatkan Perintah 'Lurus'



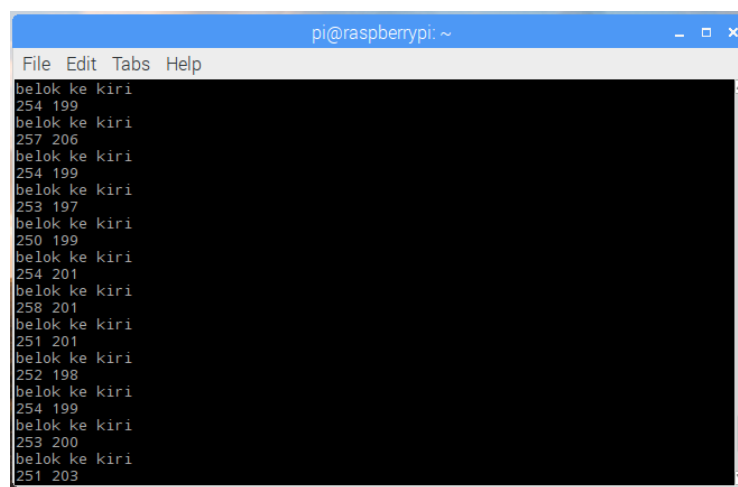
Gambar 4.24 Posisi Objek Ketika mengirimkan perintah 'Lurus'



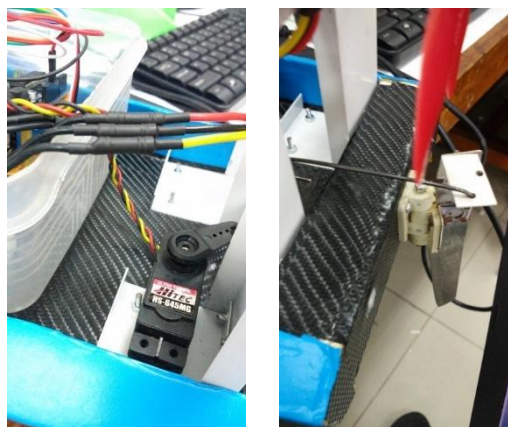
Gambar 4.25 Posisi Servo dengan sudut kemiringan 60° dan *Fins* ditarik saat Menerima Perintah 'Belok Ke Kiri'



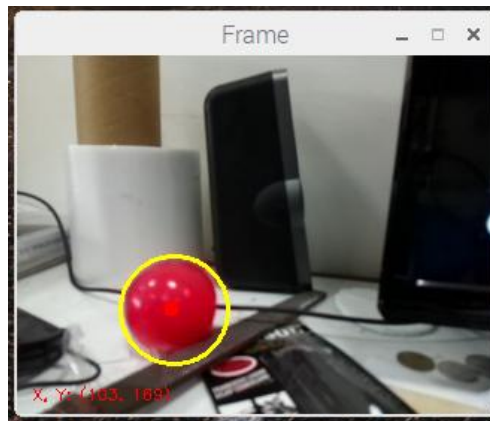
Gambar 4.26 Posisi Objek Hijau Ketika Mengirimkan Perintah ‘Belok Ke Kiri’



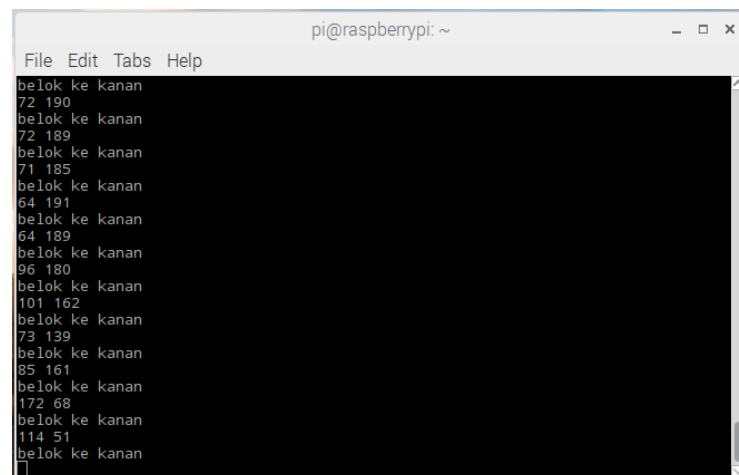
Gambar 4.27 Raspberry Pi Mengirimkan Data Untuk Membelokkan Kapal Ke Kiri



Gambar 4.28 Posisi Servo Dengan Sudut Kemiringan 135° dan *Fins* Didorong saat Menerima Perintah ‘Belok Ke Kanan’



Gambar 4.29 Posisi Objek Merah Ketika Mengirimkan Perintah ‘Belok Ke Kanan’

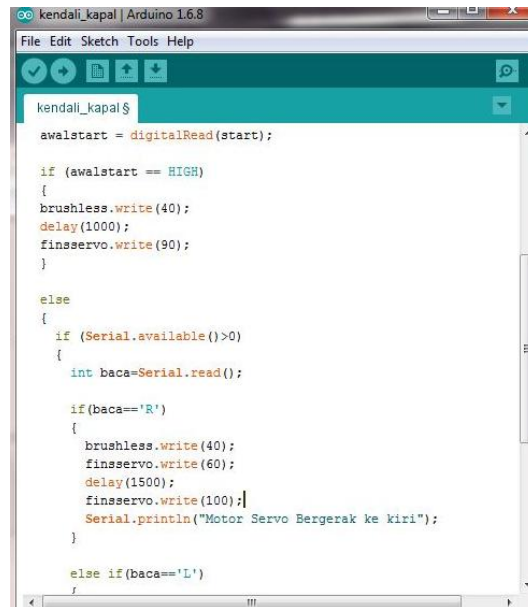


Gambar 4.30 Raspberry Pi Mengirimkan Data Untuk Membelokkan Kapal Ke Kanan

Dari pengujian servo ini dapat disimpulkan bahwa servo servo dapat merespon dengan baik terhadap data dari kamera yang mendeteksi objek warna merah dan hijau sehingga servo dapat bergerak pada sudut 60°, 100°, dan 135°. Dari pengujian ini juga diketahui bahwa servo memiliki durasi waktu untuk bergerak sangat cepat.

4.1.5 Pengujian Motor DC *Brushless*

Pada pengujian ini dilakukan tes putaran motor DC *brushless* menggunakan ESC (*Electronic Speed Controller*) sebagai pengendali kecepatan motor DC *brushless* ini. Kecepatan motor ini diprogram pada Arduino dengan program dan hasil seperti gambar dibawah.



```
kendali_kapal | Arduino 1.6.8
File Edit Sketch Tools Help
kendali_kapal $
awalstart = digitalRead(start);

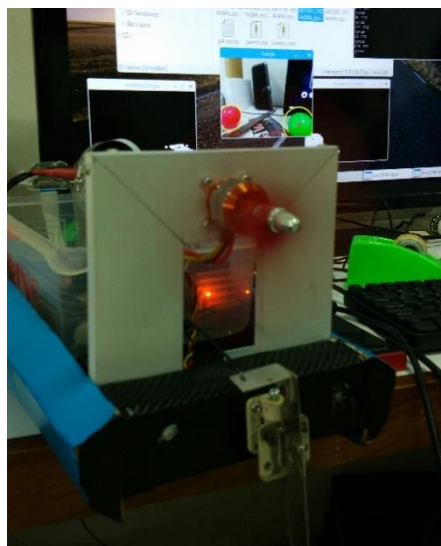
if (awalstart == HIGH)
{
brushless.write(40);
delay(1000);
finservo.write(90);
}

else
{
if (Serial.available()>0)
{
int baca=Serial.read();

if(baca=='R')
{
brushless.write(40);
finservo.write(60);
delay(1500);
finservo.write(100);}
Serial.println("Motor Servo Bergerak ke kiri");
}

else if(baca=='L')
```

Gambar 4.31 Program Pada Arduino Untuk Menggerakan Motor DC *Brushless*



Gambar 4.32 Motor DC *Brushless* Berjalan dan Menghasilkan Putaran Pada Propeler

Dari hasil pengujian diatas, dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler menerima masukan data dari komputer, yang mana data tersebut akan menjalankan algoritma pada mikrokontroler, algoritma tersebut antara lain berfungsi untuk membangkitkan sinyal PWM ke ESC, ketika ESC menerima sinyal PWM diatas 64 *duty cycle* maka motor akan berputar, jika ESC menerima sinyal PWM kurang dari 65 *duty cycle* maka motor tidak akan berputar.

4.2 Analisa Secara Keseluruhan

Pada rancangan sistem ini dilakukan pengujian dengan cara menjalankan kapal tersebut diatas permukaan air yang tenang, dan melaju melewati *track* bola berwarna merah dan hijau yang sudah ditentukan hingga sampai ke *finish*.

Tabel 4.5 Analisa Keseluruhan

No	Kondisi	Penjelasan
1.	Komputer Raspberry dihubungkan ke daya <i>powerbank</i> dan Mikrokontroler dihubungkan ke daya baterai Li-Po	Ketika Komputer Raspberry dinyalakan maka sebelum memulai pemindaian citra, program harus dijalankan terlebih dahulu melalui OpenCV. Setelah kamera aktif untuk memindai citra, kemudian Arduino dinyalakan dengan cara menghubungkan ke baterai Li-Po, setelah dihubungkan maka secara otomatis <i>propeller</i> aktif dan servo aktif mengunci pada sudut kemiringan 90°.

Lanjutan **Tabel 4.5** Analisa Keseluruhan

No	Kondisi	Penjelasan
2.	Alat dalam posisi tidak membaca objek warna	Pada saat alat tidak dalam keadaan mendeteksi objek warna merah ataupun warna hijau, maka <i>propeller</i> tidak akan berputar dan servo tetap mengunci di sudut kemiringan 90°
3.	Alat dalam posisi membaca objek warna	Pada saat alat dalam posisi membaca objek warna merah ataupun warna hijau, maka akan secara otomatis propeller akan berputar pada putaran yang paling rendah, dan servo akan menyesuaikan sudut putarnya sehingga tidak sampai menabrak <i>track</i> bola hingga akhir pada <i>track</i> bola tersebut.

Pengujian dilakukan di dua tempat yang berbeda, yaitu pertama kolam masjid K.H Ahmad Dahlan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan kondisi air yang keruh dan relatif berwarna hijau. Kedua kolam renang kompleks Griya Alvita, dengan kondisi air yang bersih dan relatif berwarna biru, Hasil dan gambar sebagai berikut.



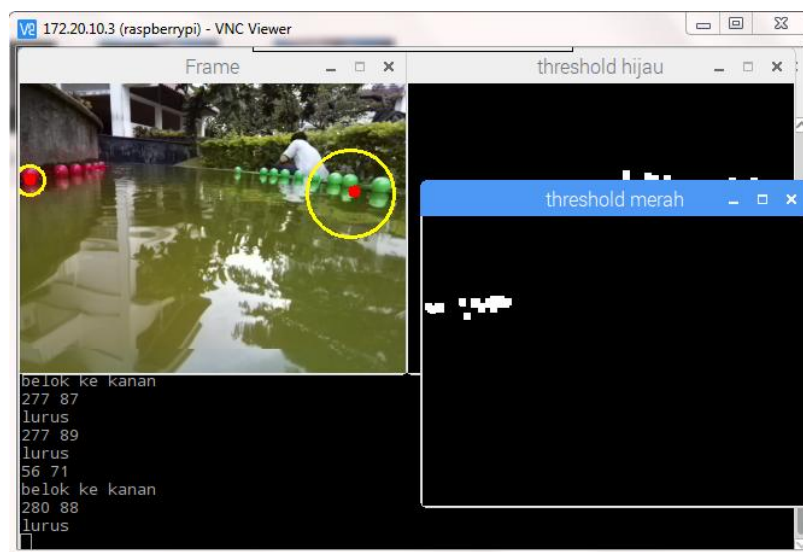
Gambar 4.33 Posisi Awal Uji Coba Pertama



Gambar 4.34 Kapal Melalui *Track* Uji Coba Pertama



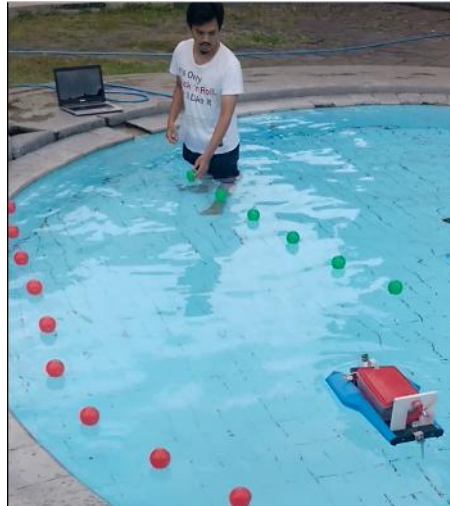
Gambar 4.35 Kapal Berhasil Melalui *Track* Uji Coba Pertama



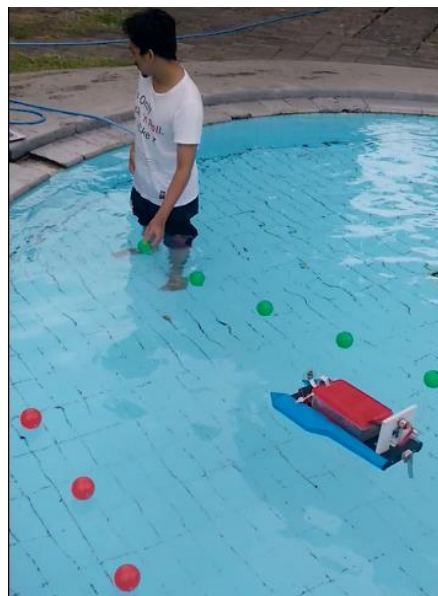
Gambar 4.36 Tampilan Pembacaan Kamera pada Uji Coba Pertama

Dari pengujian ini, dapat diketahui bahwa kapal berhasil melaju melwati *track* bola merah dan hijau, akan tetapi masih terdapat error pada pembacaan warna hijau, yang mengakibatkan kapal selalu condong ke arah bola merah, dikarenakan kolam yang ditempati untuk uji coba pertama memiliki warna relatif hijau, sehingga banyak terdapat interferensi pembacaan antara warna kolam dan warna objek bola

hijau. Dilakukan uji coba kedua untuk mendapatkan nilai *error* seminimal mungkin, uji coba kedua dilakukan pada kolam renang dengan memiliki kondisi air yang bersih dan relatif berwarna biru. Hasil dan gambar sebagai berikut.



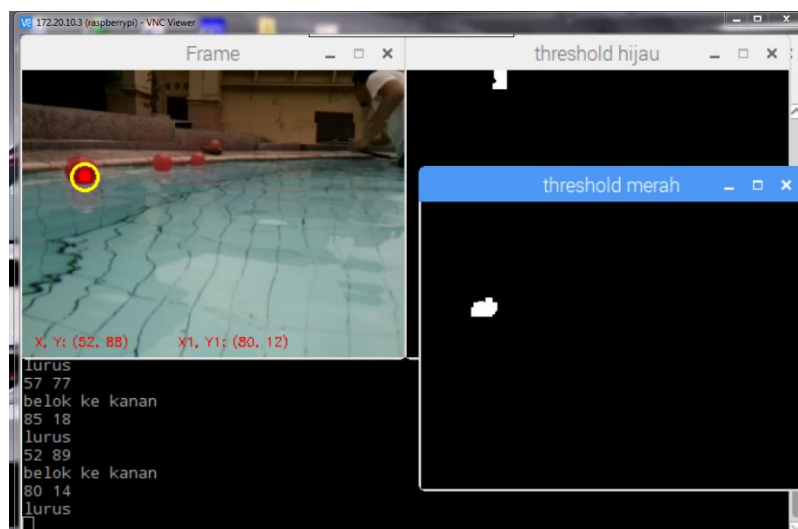
Gambar 4.37 Posisi Awal Uji Coba Kedua



Gambar 4. 38 Kapal Melalui *Track* Uji Coba Kedua



Gambar 4.39 Kapal Berhasil Melalui *Track* Uji Coba Kedua



Gambar 4.40 Tampilan Pembacaan Kamera Pada Uji Coba Kedua

Dari pengujian yang kedua ini, dapat diketahui bahwa kapal berhasil melaju pada *track* bola merah dan hijau. *error* yang dihasilkan pada pengujian yang sebelumnya mengalami penurunan, karena kolam yang ditempati pada uji coba kedua ini memiliki kondisi air yang bersih, dan memiliki warna yang relatif biru, sehingga tidak terjadi adanya interferensi antara warna air dengan warna bola hijau, akan tetapi sudut pembacaan pada kamera sangat luas, menyebabkan pepohonan disekitar ikut terdeteksi warna hijau.