

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI ROBOT KAPAL DESIGN AND IMPLEMENTATION NAVIGATION SYSTEM OF SHIP ROBOT

Lucky Oktavianto¹, Dr.Basuki Rahmat, Ir.,MT.²,Unang Sunarya, ST.,MT.³

² Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

³ Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹ lucky.oktavianto@yahoo.co.id, ² basukir@telkomuniversity.ac.id,

³ unangsunarya@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Daerah perbatasan laut antar negara adalah daerah yang paling mudah diakses oleh warga negara asing, apalagi Indonesia yang merupakan negara maritim. Dengan masuknya nelayan Negara asing secara illegal ini mengakibatkan kerugian yang besar untuk Indonesia, karena mereka mengambil sumber daya alam yang ada di Indonesia, bahkan juga merusak air Indonesia. Terkadang polisi laut kewalahan menanganinya, mereka harus mondar mandir sepanjang perbatasan. Untuk membantu polisi air Indonesia, maka saya membuat *prototype* robot kapal. Robot kapal adalah kapal tak berawak yang seluruh sistemnya berjalan secara autonomous.

Model kapal yang dibuat ini, terinspirasi dari kapal katamaran yaitu kapal yang memiliki 2 lambung. Keuntungan menggunakan model katamaran yaitu mempunyai kapasitas *payload* yang luas pada *deck*. Kapal menjadi stabil dan bisa meminimalisir terbaliknya kapal saat dihantam ombak. Sehingga kapal yang dibuat bisa berlayar dengan baik. Robot kapal ini menggunakan 1 motor penggerak, dan 1 mesin induk. Motor penggerak diletakkan di belakang, dan mesin induk di tengah kapal. Motor penggerak yang dipakai menggunakan servo yang terhubung dengan rudder, untuk membelokkan kapal. Mesin induk kapal menggunakan motor *brushless* untuk mengatur kecepatan kapal atau memutar poros *propeller*.

Berdasarkan rancangan tersebut dihasilkan sistem navigasi robot berbasis pengolahan citra. Robot kapal ini dapat bekerja dengan sangat baik pada siang hari, dengan jarak maksimum membaca objek 200 cm dengan intensitas cahaya 10,326.2 lux berarti kondisi cahaya sangat terang. Jarak ideal robot kapal untuk berbelok yaitu 60 cm dengan sudut 45°. Hasil pengambilan gambar yang didapat lebih baik menggunakan rascpicam daripada webcam.

Kata kunci: nelayan asing, kapal, robot

Abstract

Sea border area between countries is the most easily accessible by foreign nationals, especially Indonesia which is a maritime country. With the entry of foreign nationals illegally fishing is causing substantial losses to Indonesia, because they take the natural resources that exist in Indonesia, Indonesia and even water damage. Sometimes the sea overwhelmed police handle it, they had to back down along the border. To help police Indonesia water, then I made a prototype robot ship. Robotic unmanned ship is a ship that the whole system runs autonomous.

This created a model ship, inspired by catamarans that ship has 2 hull. The advantage of using a model that has a payload capacity catamaran wide on deck. The vessel became stable and can minimize the ship capsize when the waves hit. So that ships could sail well made. Robot ship using one motor, and 1 main engine. Drive motor is placed in the back, and the main engine in the middle of the ship. Used motor drive using a servo connected to the rudder, to turn the ship. Ship main engine uses a brushless motor to adjust the speed of the ship or rotate the propeller shaft.

Based on the draft produced robotic navigation system based image processing. This vessel robot can work very well on the day, with a maximum reading distance of an object 200 cm with light intensity 10,326.2 lux means very bright light conditions. The ideal distance to turn the robot ship that is 60 cm with an angle 45°. A captured image obtained using rascpicam better than a webcam.

Keywords: foreign fishermen, ships, robots

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia, karena itu Indonesia memiliki kekayaan laut yang sangat banyak. Tidak sedikit nelayan dari negara asing yang masuk ke wilayah Indonesia dan mengambil kekayaan Indonesia secara illegal. Masuknya mereka ke wilayah Indonesia secara illegal ini mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit bagi Indonesia. Bahkan dari situs berita menyebutkan kerugian Negara akibat *illegal fishing* pertahun bisa mencapai US\$ 20 miliar atau Rp 240 triliun[8].

Umumnya proses pemantauan dan pengawasan di daerah laut Indonesia dilakukan oleh polisi air Indonesia secara manual. Sayangnya manusia tetap mempunyai batas energi selama mengerjakan tugas. Lebih lanjut polisi air Indonesia kewalahan menangani nelayan asing tersebut, Karena luasnya laut

Indonesia tidak sebanding dengan jumlah polisi yang ada. Untuk membantu polisi air Indonesia dan mengurangi kerugian yang ditimbulkan oleh nelayan asing tersebut, munculah ide untuk mengembangkan *prototype* robot kapal yang berfungsi memantau perbatasan Indonesia dari nelayan negara asing.

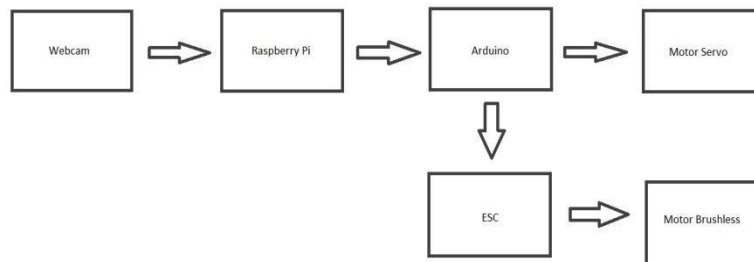
Robot kapal ini menggunakan sistem autonomous, yang artinya segala sesuatu dapat dikerjakan secara mandiri. Robot autonomous dibagi dua, yaitu robot industry dan robot mobile, dan di robot kapal ini merupakan robot mobile yang dapat berpindah secara mandiri[2]. Supaya bisa berpindah secara mandiri, robot kapal harus memiliki sistem navigasi. Fungsi sistem navigasi itu sendiri sebagai alat pemandu robot kapal agar dapat berpindah tempat. Pada penelitian ini penulis merancang sistem navigasi berbasis pengolahan citra dengan menggunakan Raspberry Pi dan Arduino Uno.

2. Metodologi

2.1 Gambaran Umum Sistem

Penelitian ini dirancang dan direalisasikan pada robot yang beroperasi di air. Sistem yang digunakan yaitu webcam sebagai inputan dari benda berwarna merah atau hijau, kemudian menghasilkan output berupa real time video. Hasil output tersebut akan diproses raspberry Pi untuk menentukan kemana arah benda. Setelah itu sinyal dikirimkan ke arduino untuk mengontrol gerak motor servo serta mengontrol speed brushless yang terhubung dengan ESC. Sehingga navigasi robot akan mengikuti gerak benda yang berwarna merah atau hijau tersebut.

Robot kapal ini menggunakan mode autonomous. Mode autonomous artinya robot kapal bergerak menyesuaikan dari instruksi warna bola yang dilihatnya. Mode autonomous kapal ini dapat dilihat dari diagram blok dibawah ini.



Gambar 1 Blok Sistem Diagram

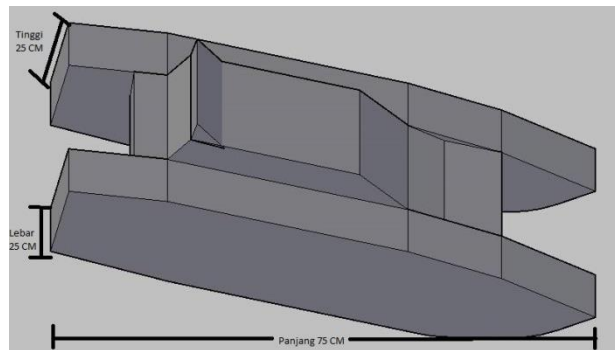
Secara garis besar cara kerja blok-blok diatas antara lain sebagai berikut :

1. *Webcam* yang digunakan sebagai inputan untuk menangkap gambar yang ada di depan kapal dan nantinya akan dikirim ke Raspberry Pi dengan komunikasi serial USB.
2. Raspberry Pi berfungsi mengolah citra yang ditangkap oleh webcam, dan yang akan menentukan kemana kapal akan bergerak. Pengolahan citra akan menggunakan metode HSV, dimana threshold masing-masing warna yaitu merah dan hijau sudah ditentukan. Jadi Raspberry Pi akan menyamakan threshold warna yang ditangkap dengan threshold yang sudah diatur di kodingannya. Jika cocok threshold-nya Raspberry Pi akan mengirim data ke arduino berupa karakter.
3. Arduino digunakan penerus perintah dari Raspberry Pi untuk menggerakkan motor servo dan *brushless*, yang sinyalnya dikirim melalui komunikasi serial USB.
4. Servo digunakan untuk menggerakkan rudder yang nantinya bisa membuat kapal berbelok ke kanan atau ke kiri, supaya dapat bergerak sesuai perintah servo dihubungkan dengan arduino, dan datanya dikirim melalui pin 9 di arduino.
5. ESC digunakan sebagai kontrol kecepatan motor *brushless*, dimana ESC terhubung dengan arduino untuk mendapatkan perintah atau data untuk menurunkan kecepatan motor brushless. ESC sendiri terhubung pin 11 untuk menerima data dari arduino.

2.2 Desain Mekanik Robot Kapal[3]

Perancangan desain mekanik robot kapal dari penelitian berjudul perancangan dan implementasi sistem navigasi pada robot kapal ini mempunyai kapal dengan panjang 75 cm dengan lebar 25 cm dan tinggi

25 cm, serta beratnya adalah 1,5 kg . Berat kapal sendiri 0.7 kg sementara berat payload total adalah 1.5 kg.



Gambar 2 Design perancangan kapal

Pada realisasi penelitian ini menggunakan kayu balsa setebal 3 mm. Penggunaan balsa dipilih agar daya apung yang didapat oleh kapal menjadi sempurna. Hal ini untuk menghindari tenggelamnya payload yang berada di atas kapal, serta penggunaan balsa bertujuan untuk memudahkan proses pembentukan rangka dan bobotnya cukup ringan.



Gambar 3 Realisasi Hardware Tampak Depan



Gambar 4 Realisasi Hardware Tampak samping

2.3 Perancangan Hardware

Sistem perangkat keras (Hardware) pada penelitian ini dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu, sistem pengolahan citra, Raspberry pi sebagai otak dari semua sistem dan Arduino Unos sebagai sistem pengontrol kecepatan motor. Masing-masing bagian tersebut mempunyai komponen pendukung dengan fungsi yang berbeda-beda.

2.3.1 Perancangan dan Realisasi Sistem Pengolahan Citra

Pada blok diagram tersebut webcam sebagai inputan yang nantinya akan memberikan data ke Raspberry Pi melalui komunikasi serial USB. Sistem pengolahan citra dalam bentuk real time video, sistem pengolahan citra ini sangat penting karena inputan dari webcam yang dipakai untuk proses pengambilan video akan menentukan posisi bola yang memiliki warna merah atau hijau yang dijadikan objek navigasi. Sehingga robot kapal autonomous dapat bernavigasi secara otomatis.

Realisasi Sistem pengolahan citra menggunakan webcam sebagai inputan video. Hasil inputan tersebut akan diolah pada python. Webcam yang dipakai untuk realisasi sistem pengolahan citra adalah jenis Logitech C615. Spesifikasi webcam Logitech C615 ini yaitu 8 megapixel, memiliki kemampuan autofokus dan rotasi hingga 360 derajat.

2.3.2 Pemilihan dan Realisasi Raspberry Pi

Raspberry Pi yang dipakai untuk membuat penelitian ini adalah Raspberry Pi B. Hal ini karena ukurannya yang kecil, murah, dan hemat energi jadi sangat ideal sebagai otak dari semua sistem. Serta lebih efisien tempat bila diletakkan di robot kapal, dibandingkan dengan laptop. Bentuknya mungil tapi cukup komplis ditentagai prosesor ARM1176JZ-F 700 MHz dilengkapi GPIO, 2 USB ports, HDMI, LAN Card, RCA out, Audio out, dan SD Card reader. Untuk sistem operasi dipasang pada SD-Card. Sedangkan power supply, adaptor minimal 700 mA (3.5 W) microUSB.

2.3.3 Perancangan dan Realisasi Sistem Pengontrol Kecepatan Motor

ESC dibuat dengan N-Channel MOSFET sehingga dapat bekerja baik untuk kecepatan putaran motor yang sangat tinggi. Karakteristik lainnya yaitu, ESC memiliki BEC 3 A , resistansi internalnya sangat rendah , sangat akurat untuk linearitas throttle, tahan panas dan memiliki perlindungan over beban, sangat mendukung RPM motor yang tinggi, jenis baterainya adalah 2 sell li-po, ukuran 23x43x6 mm dan berat 28 gram. Driver motor berfungsi untuk mengontrol arah putaran dan kecepatan motor brushless ESC Turnigy 180A UBEC didalamnya terdapat N channel MOSFET.

Kelebihan brushless adalah tidak menimbulkan percikan api dari brush, karena pergantian listrik diatur oleh ESC. Biasanya ESC yang bertuliskan ampere lebih besar. Step pada pergantian listriknya juga semakin cepat. Sehingga gelombang radio dan penerima tidak terganggu, dan aeromodeller tidak takut untuk melakukan maneuver extrim. Brushless menggunakan banyak sekali magnet. Dengan begitu brushless memiliki tenaga yang lebih besar. Kecepatan dan torsi brushless lebih teratur , sehingga dapat diatur. Keunggulan terakhir adalah dapat menggunakan prop besar, tanpa mengurangi keefisienan motor.. Pada Penelitian ini digunakan motor brushless 3180 KV. Motor ini memiliki spesifikasi voltase yang diperlukan agar motor brushless berputar sebesar 8.4 v. Disarankan memakai kapasitas baterai minimal 3000 mAh. Propeller yang digunakan memiliki ukuran 42 x 25x15 mm. Sementara arusnya adalah 180 A.

Propeller atau prop adalah suatu alat gerak yang berbentuk baling-baling, dan digunakan untuk menggerakkan kapal baik kapal laut maupun udara. Baling- baling ini memindahkan tenaga dengan cara merubah gaya putar dari baling-baling menjadi daya dorong untuk menggerakkan badan kapal dengan perantara massa air, dengan memutar bilah-bilah yang bersumbu pada poros.

2.3.4 Perancangan Koneksi Raspberry Pi

Perancangan koneksi Raspberry Pi dengan arduino ada banyak cara, tapi dalam Penelitian ini menggunakan komunikasi serial USB dengan baudrate 9600. Hal ini dipilih karena mudah dalam mengatur komunikasinya. Sehingga arduino uno dapat mengaktifkan pin yang sudah di setting pada program arduino IDE yaitu pin 9 dan pin 11 untuk mengaktifkan ESC, yang pada akhirnya dapat mengaktifkan putaran motor *brushless*.

2.4 Perancangan Software

Tahap selanjutnya yaitu perancangan *software*. Tujuan dari perancangan software adalah untuk menghubungkan webcam dengan Python pada Raspberry Pi untuk melakukan pengolahan citra, lalu ke arduino melalui komunikasi serial USB dan dari arduino ke servo serta ESC.

2.4.1 Perancangan Program Pengolahan Citra

Setelah identifikasi Webcam, dilanjutkan dengan perancangan program pada pengolahan citra untuk membaca target. Gambar 5 menunjukkan flowchart perancangan program untuk pengolahan citra dengan menggunakan software Python dan OpenCV.



Gambar 5 Perancangan Program Pengolahan Citra

Alur flowchart di atas yaitu saat program dinyalakan webcam di inialisasi terlebih dahulu, jika sukses maka akan masuk ke program pengolahan citra setelah itu mendeteksi warna yang dibaca kamera. Setelah terdeteksi warna dan disesuaikan dengan *threshold* yang sudah ditentukan, robot kapal akan tahu posisi bola disebelah mana dan akan berbelok sesuai dengan warna tersebut.

2.4.2 Raspberry Pi ke Arduino

Interface antara Raspberry Pi dan arduino adalah bagaimana cara agar python dapat berkomunikasi secara serial untuk mengirimkan data yang berisi arah gambar melalui komunikasi serial.

2.5 Realisasi Software

Pada Penelitian berjudul perancangan dan implementasi navigasi robot kapal ini yang dipakai adalah software python dan arduino IDE. Kedua software ini memiliki tugas yang berbeda. Python berfungsi untuk mengolah masukan dari webcam berupa realtime video dan mengirim secara serial. Kode r untuk belok kanan, l untuk berbelok ke kiri. Sedangkan software Arduino IDE berfungsi untuk memprogram arduino agar dapat merespon komunikasi serial dari python

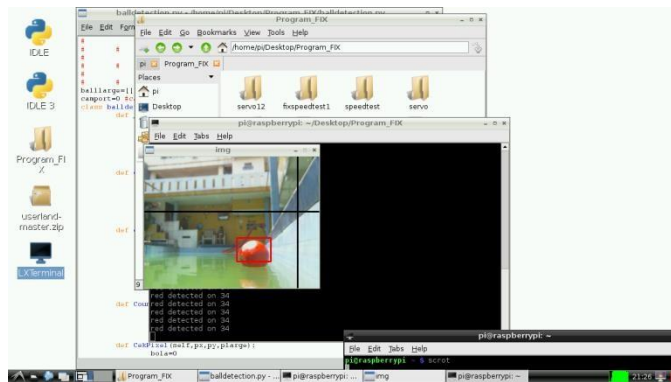
3 Pengujian Sistem

3.1 Pengujian Sistem

Setelah melakukan perancangan sistem, tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian terhadap sistem untuk mendapatkan data agar dapat menganalisis hasil pengujian dan performansi sistem. Tujuan dari pengujian yang dilakukan adalah mengetahui performansi sistem berdasarkan parameter variable yang telah ditentukan.

3.1.1. Pengujian Webcam

Pengujian Webcam ini dilakukan untuk melihat, apakah webcam dapat berfungsi dengan baik, pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan arah cahaya yang datang.



Gambar 6 Pengujian Webcam

3.1.2 Pengujian Integrasi Raspberry Pi dan Arduino Uno

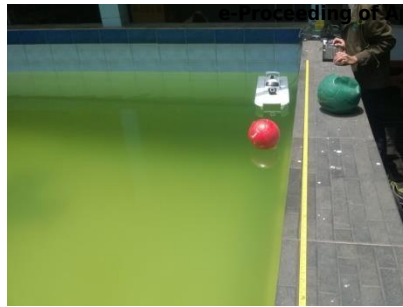
Setelah melakukan pengujian terhadap webcam, selanjutnya melakukan pengujian integrasi antara Raspberry Pi dengan Arduino dilakukan dengan cara melakukan pengiriman data, selanjutnya melihat respon dari Arduino uno di LED Rx.

3.1.3 Pengujian Driver Motor ESC 180A

Untuk pengujian Driver motor ESC , diberikan program PWM untuk ESC dan ketika di beri inputan ESC dapat berfungsi dengan baik. Tetapi dari hasil pengujian diketahui bahwa jika memberi PWM dibawah 200 maka ESC tidak dapat bekerja dan memberi PWM diatas 1024 akan mengakibatkan ESC cepat panas, karena memang putaran motor brushless sangat cepat.

3.2 Pengujian Performansi Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan menggunakan semua komponen hardware dan software, sehingga robot kapal dapat mengikuti sistem navigasi dari hasil masukan webcam yang berupa benda berwarna merah atau hijau. Pengujian ini dibagi menjadi dua tempat yaitu outdoor dan pengujian performansi dilakukan dalam 3 waktu yaitu pagi, siang dan sore.



Gambar 7 Proses pengujian performasi sistem

Pada pengujian ini dilakukan di luar ruangan, dengan memanfaatkan sumber sinar matahari, sehingga untuk jarak maksimum sangat tergantung dari pencahayaan yang didapat oleh webcam. Alat yang dibutuhkan dalam pengujian ini yaitu *measuring tape* untuk membantu menentukan jarak bola, *handphone* yang telah terinstall aplikasi Lux-O-meter untuk menghitung intensitas cahaya, serta monitor untuk melihat proses pembacaan warna bola.

a. Pengujian Pagi

Pengujian dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 08.00-09.00 dengan cahaya yang dapat ditangkap oleh kamera.

Tabel 1 Pengujian Pagi

Kondisi	Warna Objek	Jarak	Akurasi (dalam 10 kali percobaan)
Pagi	merah	10 cm	30%
	hijau	10 cm	50%
	merah	20 cm	100%
	hijau	20 cm	50%
	merah	30 cm	100%
	hijau	30 cm	70%
	merah	40 cm	60%
	hijau	40 cm	20%

Dari hasil pengukuran dapat dilihat, bahwa jarak maximum yang dapat terbaca oleh webcam adalah 30 cm dengan intensitas cahaya 3,837.6 lux berarti kondisi cahaya cukup terang. karena memang cahaya yang di tangkap oleh kamera terlalu gelap. Dan ketika jarak lebih dari 30 cm akurasi pembacaan mulai menurun.

b. Pengujian Siang

Pengujian pada siang hari dilakukan di luar ruangan pada jam 12.30-13.30. dan hasil yang didapat jauh berbeda dengan pengujian yang dilakukan pada pagi hari

Tabel 2 Pengujian Siang

Kondisi	Warna Objek	Jarak	Akurasi (dalam 10 kali percobaan)
Siang	Merah	10 cm	100%
	Hijau	10 cm	100%
	Merah	20 cm	100%
	Hijau	20 cm	100%
	Merah	30 cm	100%
	Hijau	30 cm	100%
	Merah	40 cm	100%
	Hijau	40 cm	100%
	Merah	50 cm	100%
	Hijau	50 cm	100%
	Merah	70 cm	100%
	Hijau	70 cm	100%
Merah	90 cm	100%	

	Hijau	90 cm	100%
	Merah	120 cm	100%
	Hijau	120 cm	100%
	Merah	160 cm	100%
	Hijau	180 cm	100%
	Merah	200 cm	100%
	Hijau	200 cm	100%

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada siang hari, maka dapat diambil kesimpulan bahwa jarak maksimum yang dapat terbaca oleh webcam adalah 200 cm dengan intensitas cahaya 10,326.2 lux berarti kondisi cahaya sangat terang dan target berwarna merah mempunyai presentase kesuksesan yang sama dengan warna hijau.

c. Pengujian Sore

Pengujian sistem pada sore hari dilakukan di luar ruangan pada pukul 16.00-17.00 dan sinar matahari yang didapat tidak baik, sehingga pengujian sore menjadi pengujian paling buruk karena jarak yang dapat terbaca hanya sampai 10 cm.

Tabel 3 Pengujian Sore

Kondisi	Warna Objek	Jarak	Akurasi (dalam 10 kali percobaan)
Sore	Merah	10 cm	80%
	Hijau	10 cm	10%
	Merah	20 cm	70%
	Hijau	20 cm	30%
	Merah	30 cm	40%
	Hijau	30 cm	20%
	Merah	40 cm	0%
	Hijau	40 cm	0%
	Merah	50 cm	0%
	Hijau	50 cm	0%

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa warna merah dapat terbaca sampai dengan jarak 10 cm dengan intensitas cahaya 499,6 lux berarti kondisi cahaya sedikit mendung. Dari tiga kali pengujian luar ruangan yaitu pagi, siang dan sore hari dapat disimpulkan bahwa untuk mencapai jarak maksimum adalah pada waktu siang hari dengan jarak target 40 - 200 cm.

d. Pengujian Sudut belok Robot Kapal

Pengujian sudut belok robot kapal dilakukan untuk mengetahui jarak dan sudut ideal robot kapal yang aman saat belok, dengan begitu robot kapal dapat mengetahui pada jarak dan sudut berapa kapal akan aman untuk belok atau *maneuver* ketika mendeteksi warna bola, dan tidak menabrak bola tersebut.

Tabel 4 Pengujian sudut belok

Kondisi	Warna Objek	Jarak	sudut	Keterangan
Siang	Merah	10 cm	45°	Menyentuh bola
	Hijau	10 cm	45°	Menyentuh bola
	Merah	20 cm	45°	Menyentuh bola
	Hijau	20 cm	45°	Menyentuh bola
	Merah	30 cm	45°	Menyentuh bola
	Hijau	30 cm	45°	Menyentuh bola
	Merah	40 cm	45°	Menyentuh bola
	Hijau	40 cm	45°	Menyentuh bola

Merah	50 cm	45°	Menyentuh bola
Hijau	50 cm	45°	Menyentuh bola
Merah	60 cm	45°	Tidak Menyentuh bola
Hijau	60 cm	45°	Tidak Menyentuh bola
Merah	90 cm	45°	Tidak Menyentuh bola
Hijau	90 cm	45°	Tidak Menyentuh bola
Merah	120 cm	45°	Tidak Menyentuh bola
Hijau	120 cm	45°	Tidak Menyentuh bola

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa robot kapal tidak akan menyentuh atau menabrak bola pada jarak minimal 60 cm dengan sudut 45°.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. masukan dari webcam sangat ditentukan oleh intensitas cahaya yang didapat kamera. Ketika cahaya baik, maka objek yang dibaca dapat di detect dengan baik bahkan jaraknya bisa cukup jauh.
2. pendeteksian bola warna merah lebih baik dibandingkan bola warna hijau, karena dari pengujian yang dilakukan banyak percobaan membaca warna merah yang berhasil bahkan mencapai 100%.
3. sistem dapat berjalan dengan baik bila dilakukan pada siang hari, karena tingkat akurasi mencapai 100% dari 10 kali percobaan disetiap jarak yang sudah ditentukan untuk kedua warna, bahkan jarak maksimalnya yaitu 200cm.
4. Baterai yang digunakan untuk menggerakkan motor adalah 8.4V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arduino. 2013. Arduino Uno. [online](<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno> , diakses tanggal 1 januari 2015)
- [2] Arsyad, Fahmi. 2013. *Perancangan dan Implementasi Sistem Navigasi pada RoboBoat Autonomous Berbasis Pengolahan Citra*. Penelitian Ahli Madya Institut Teknologi Telkom.
- [3] BS, Ari. *Analisa devinisi kapal ikan purse seine 109 gt km. surya redjeki*. Diakses tanggal 2 desember 2014)
- [4] Is HSL superior over HSI and HSV?[online](<http://stackoverflow.com/questions/11396782/is-hsl-superior-over-hsi-and-hsv>, diakses tanggal 20 januari 2015)
- [5] Putra, Agfianto. Mengenal Raspberry Pi [online] (<http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2012/08/mengenal-raspberry-pi/>, diakses tanggal 1 Januari 2015)
- [6] Richardson, mat & Shawn Wallace.2013. *Getting Started with Raspberry Pi*. United State: O'Reilly Media
- [7] Septian.2013. *Belajar Pemograman Python Dasar*. Bandung: POSS – UPI
- [8] Waspadai Pencurian Ikan, Polisi Jaga Tepi Laut.[online] (<http://www.tempo.co/read/news/2014/11/29/090625213/Waspadai-Pencurian-Ikan-Polisi-Jaga-Tepi-Laut>, diakses tanggal 21 Desember 2014)

