

Rancang Bangun Kapal Tanpa Awak Guna Mendeteksi Navigation Lamp Untuk Menghindari Tubrukan

Akhmad Rizqi Aprilianto¹, Sri Mulyanto H², Siti Fatimah³, Henna Nurdiansari⁴,
Akhmad Kasan Gupron⁵

¹⁻⁵ Politeknik Pelayaran Surabaya

Abstract: *The Unmanned ships have become a primary focus in maritime technology development to enhance efficiency and navigational safety in waters. In this research, a unmanned ship utilizing ESP32CAM as its core system is designed to detect navigation lights of other vessels and avoid potential collisions. The initial response of the ESP32CAM camera reads the colors of lights approaching the unmanned ship within a distance of less than 100cm. The ESP32CAM reads and identifies colors through image processing. When the ESP32CAM detects green and red lights, it commands the buzzer to sound. The color detection system works such that when the ESP32CAM detects a red light, it sends a signal to the servo motor to move left, and when it detects a green light, it sends a signal to the servo motor to move right. The servo motor functions as the ship's rudder. Testing of the navigation light system with ESP32CAM camera to prevent ship collisions is conducted with predetermined scenarios, including testing with red LEDs, green LEDs, and overall system testing. The results show that the navigation light system with ESP32CAM camera functions well. The ESP32CAM camera can optimally identify light colors at a distance of 100cm. Based on the conducted research, the ESP32CAM camera is capable of reading both the distance and colors of lights as specified at a distance of 100cm.*

Keywords: *ESP32CAM, Unmanned Ship, Navigation Lights, Servo Motor, Rudder, Collision Prevention.*

Abstrak: Kapal tanpa awak telah menjadi fokus utama dalam pengembangan teknologi pelayaran untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan navigasi di perairan. Dalam upaya tersebut, penelitian ini merancang dan membangun sebuah kapal tanpa awak yang menggunakan ESP32CAM sebagai inti sistem untuk mendeteksi lampu navigasi kapal lain dan menghindari potensi tubrukan. Pada sistem ini respon awal camera ESP32CAM membaca warna cahaya lampu yang mendekati kapal tanpa awak ini dengan jarak kurang dari 100cm. ESP32CAM membaca dan melakukan identifikasi warna melalui image processing. Ketika ESP32CAM mendeteksi warna lampu hijau dan merah maka mikrokontroler ESP32CAM memerintahkan buzzer berbunyi. Sistem pendeteksi warna bekerja apabila ESP32CAM mendeteksi warna merah maka mikrokontroler ESP32CAM akan mengirimkan sinyal ke motor servo untuk bergerak ke kiri, dan apabila ESP32CAM mendeteksi warna hijau maka mikrokontroler ESP32CAM akan mengirimkan sinyal ke motor servo untuk bergerak ke kanan. Motor servo berfungsi sebagai penggerak rudder kapal. Pengujian sistem navigation lamp dengan camera ESP32CAM untuk mencegah tubrukan kapal dilakukan dengan skenario yang telah ditentukan yaitu pengujian dengan led merah, led hijau, dan pengujian keseluruhan system. Hasil pengujian sistem navigation lamp dengan kamera ESP32CAM adalah system dapat berfungsi dengan baik. Kamera ESP32CAM dapat mengidentifikasi cahaya lampu secara optimum pada jarak 100cm. Berdasarkan penelitian yang telah di lakukan, kamera ESP32CAM mampu membaca jarak dan warna lampu yang telah ditentukan pada jarak 100cm.

Kata kunci: ESP32CAM, Kapal Tanpa Awak, Lampu Navigasi, Motor Servo, Rudder, Pencegahan Tubrukan Kapal

PENDAHULUAN

Pada umumnya setiap kapal mempunyai alat navigasi untuk menghindari adanya tubrukan antara kapal satu dengan yang lain. Tubrukan kapal adalah suatu keadaan darurat yang disebabkan karena terjadinya tubrukan kapal dengan kapal, kapal dengan dermaga, ataupun kapal dengan benda terapung lainnya yang dapat membahayakan jiwa manusia, harta benda dan lingkungan (Agus Hadi Purwantomo, 2018). Oleh karena itu dibutuhkan sistem navigasi yang baik pada setiap kapal. Teknologi navigasi yang harus ada di kapal sewaktu akan berlayar yaitu lampu navigasi, kompas magnet, dan peralatan navigasi lainnya seperti GMDSS, echo sounder, gps, radar, engine telegraph, telepon internal dan pengeras suara.

Semua kapal yang berlayar di lautan, berdasarkan regulasi dari badan klasifikasi harus dilengkapi dengan lampu-lampu navigasi (navigation light) sebagai bagian sistem navigasi yang sesuai dengan persyaratan yang sudah ditetapkan oleh (COLREGS) Badan Klasifikasi ataupun International Regulations for Preventing Collision at Sea, sebagaimana juga sudah ditetapkan oleh organisasi IMO (International Maritime Organization). Sebagaimana sudah dijelaskan diatas bahwa fungsi lampu navigasi kapal adalah sebagai salah satu alat keselamatan kapal, karena dapat membantu mencegah terjadinya kecelakaan di laut. Lampu navigasi kapal tidak dipakai untuk penerangan, namun digunakan sebagai simbol atau posisi kapal dan beberapa benda penting yang ada di kapal. Lampu-lampu navigasi tersebut harus dipasang pada posisi yang sudah ditentukan sesuai peraturan P2TL. Lampu navigasi tersebut harus dipasang pada saat kapal berlayar pada malam hari, cuaca gelap, berkabut, hujan, atau pada saat jarak pandang terbatas.

Lampu navigasi ada berbagai macam, baik dari warna dan juga fungsinya yaitu lampu lambung(side light), lampu buritan (stern light), lampu labuh jangkar(anchor light), lampu tanda muatan bahaya(dangerous cargo light), lampu isyarat tanpa komando(not under command light), lampu isyarat menyebrang alur pelayaran(crossing), dan lampu imigrasi(immigration light), sebagaimana tertuang dalam peraturan COLREGS dan P2TL Regu Nomor PM 11 Tahun 2023 tentang lampu navigasi aturan 20 sampai 30.

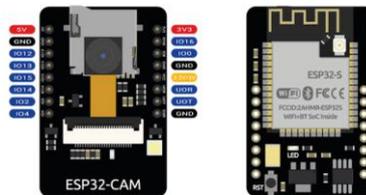
Teknologi otonom yang dapat diimplementasikan di atas permukaan air atau bisa disebut kapal tanpa awak. Kapal tanpa awak konvensional biasanya menggunakan salah satu dari dua cara navigasi, yaitu antara pembacaan visual atau titik koordinat. Agar dapat bekerja dengan lebih akurat dan tepat untuk mencapai suatu tujuan, dibutuhkan suatu sistem yang berfungsi untuk menentukan titik koordinat suatu tempat serta dilengkapi dengan fitur image processing agar dapat menghindari objek yang menghalangi laju kapal ketika menuju titik koordinat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lampu navigasi yang sedang menyala pada malam hari, penelitian ini menggunakan camera EPS32CAM untuk pendeteksian warna lampu yang dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32CAM guna mengidentifikasi warna lampu sesuai pembacaan camera yang dihubungkan dengan sebuah motor servo sebagai rudder penggerak kapal otomatis.

TINJAUAN PUSTAKA

ESP32CAM

ESP32CAM merupakan mikrokontroler pengembangan ESP32 berbiaya rendah dilengkapi dengan kamera on-board dan berukuran kecil. Karena sudah dilengkapi dengan WiFi dan Bluetooth, maka sangat ideal digunakan untuk aplikasi IoT, perangkat rumah pintar dan yang lainnya (Rahmawati et al., 2022).

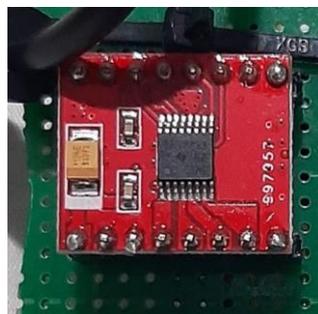


Gambar 2.1 ESP-32 CAM

Sumber : <https://www.arduino.biz.id/2022/08/development-board-esp32-cam.html>

Driver Motor

Driver Motor adalah komponen elektronik yang dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC. Satu buah L298 bisa dipergunakan untuk mengontrol dua buah motor DC. Selain bisa dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC, L298 ini pun bisa dipergunakan sebagai driver motor Stepper bipolar. IC driver L298 memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 2A dan tegangan maksimum 40 volt DC untuk satu kanalnya.



Gambar : 2.2 Driver motor

Sumber : [Dokumen Pribadi](#)

Motor Servo

Servo Motor adalah perangkat listrik yang digunakan pada mesin industri pintar yang berfungsi untuk mendorong atau memutar objek dengan kontrol yang dengan presisi tinggi dalam hal posisi sudut, akselerasi dan kecepatan, sebuah kemampuan yang tidak dimiliki oleh motor biasa (Yufrida et al., 2021).



Gambar 2.3 Motor servo

Sumber : <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>

Rudder

Secara prinsip, motor penggerak kemudi kapal sangat dipengaruhi oleh perancangan, sistem propulsi dan sistem kemudi. Sejumlah elemen tersebut secara langsung memberi pengaruh terhadap gaya-gaya dan momen hidrodinamika yang bekerja pada daun kemudi.



Gambar 2.4 Rudder kapal

Sumber : www.wikipedia/rudderkapal.com/

Kapal Tanpa Awak

Kapal tanpa awak adalah kapal dapat bergerak otomatis bisa dibbilang autopilot (Kurniawan., et al (2022). Autopilot adalah modul berbasis bopen-source paling berkembang untuk modul autopilot.

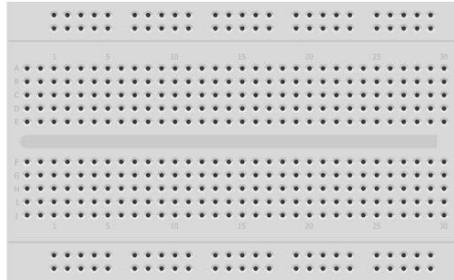


Gambar : 2.5 Kapal tanpa awak

Sumber : Kapal 12 Meter Siap Melintasi Atlantik Tanpa Awak - Lifestyle Liputan6.com

Breadboard

Menurut (Suriana et al., 2021) Breadboard adalah sebuah komponen yang membantu merancang sebuah rangkaian elektronik sederhana. Papan ini juga berfungsi agar dapat mengerjakan rangkaian elektronik tanpa harus disolder.



Gambar 2.6 Breadboard

Sumber: <https://www.nesabamedia.com/pengertian-breadboard/>

Motor DC

Menurut (Yuski et al., 2017) definisi dari motor DC adalah motor arus searah dengan stator yang menggunakan magnet permanen. Medan magnet didefinisikan sebagai daerah atau wilayah yang jika sebuah benda bermuatan listrik berada pada atau bergerak didaerah itu maka benda tersebut akan mendapatkan gaya magnetic.



Gambar : 2.7 Motor DC

Sumber: [BS203-002 - Spare Parts \(rctrucks.com\)](https://www.rctrucks.com/BS203-002-Spare-Parts)

P2TL (Peraturan Pencegahan Tubrukan Di Laut)

P2TL adalah kumpulan dari aturan-aturan yang telah ditetapkan badan pelayaran dunia yaitu IMO yang mengatur tentang alur pelayaran kapal dan untuk melakukan pencegahan tubrukan kapal di laut. Tubrukan adalah suatu keadaan darurat yang disebabkan karena terjadinya tubrukan kapal dengan dermaga, ataupun kapal dengan benda apung lainnya yang dapat membahayakan jiwa manusia, harta benda dan lingkungan (Setyawan et al., 2023).



Gambar : 2.8 Tubrukan Kapal

Sumber : [New Steel Triples Hull Collision Performance \(maritime-executive.com\)](http://New Steel Triples Hull Collision Performance (maritime-executive.com))

Signal Lampu Navigasi

Setiap kapal yang hendak berlayar harus memperhatikan sistem lampu navigasi sesuai dengan kriteria. dan ketentuan yang berlaku. Fungsi dari lampu navigasi untuk alat penerangan bagi kapal agar mampu mengenali objek di sekitar kapal. Terutama ketika malam hari karena tentu saja akan sangat gelap (Sutini & Mahendro, 2018).



Gambar 2.9 Lampu Navigasi

Sumber : <https://www.anakteknik.co.id/>

Liquid Crystal Display (LCD)

Menurut Subagyo & suprianto, (2017) Penampil (display) elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya. Pada gambar 2.10 LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu display elektronika yang umum digunakan.



Gambar: 2.10 LCD Display

Sumber: <https://kamuharustahu.com/pengertian-lcd/>

I2C Modul

Menurut Shiddiqiey & Pratiwi, (2021) I2C merupakan standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran dan dapat mengirim maupun menerima data. Sistem I2C

terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dan pengontrolnya.



Gambar 2.11 Modul I2C

Sumber : <https://khoiruliman.wordpress.com/2016/06/07/lcd-dengan-i2c-module-untuk-arduino/>

BUZZER

Menurut Zain (2016), Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, Pada Gambar 2.12 buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.



Gambar 2.12 Buzzer

Sumber : <https://www.nyebairilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-buzzer/>

Buck Converter

Menurut mahrobi (2017), Dalam buck converter tegangan keluaran rata-rata V_o adalah lebih kecil atau sama dengan tegangan masukan V_s . Gambar rangkaian buck converter ditunjukkan dalam Gambar 2.5. Operasi rangkaian dapat dibagi kedalam dua mode.

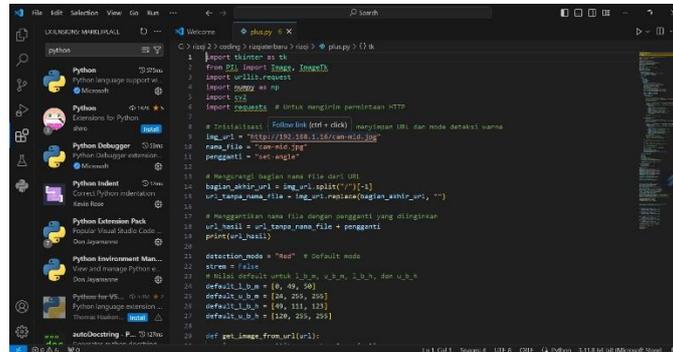


Gambar 2.13 Buck Converter

Sumber : Dokumen pribadi

Pemrograman PYTHON menggunakan Visual Studio Code

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif yang dianggap mudah dipelajari serta berfokus pada keterbacaan kode. Python secara umum berbentuk pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperative dan pemrograman fungsional (Romzi & Kurniawan, 2020).



Gambar 2.14 Visual studio code

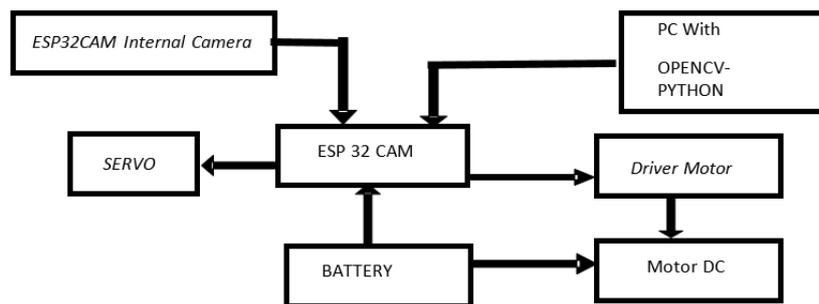
Sumber : Dokumen pribadi

Aturan COLREGS pada Lampu Navigasi

Peraturan-peraturan dalam bagian ini harus ditaati dalam semua keadaan cuaca. Aturan mengenai penerangan-penerangan harus ditaati mulai dari matahari terbenam sampai matahari terbit, dan selama waktu tersebut tidak boleh diperlihatkan penerangan-penerangan lain, kecuali penerangan yang tidak menimbulkan kekeliruan dengan penerangan-penerangan yang telah ditentukan dalam peraturan (Setiawan, 2017).

METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

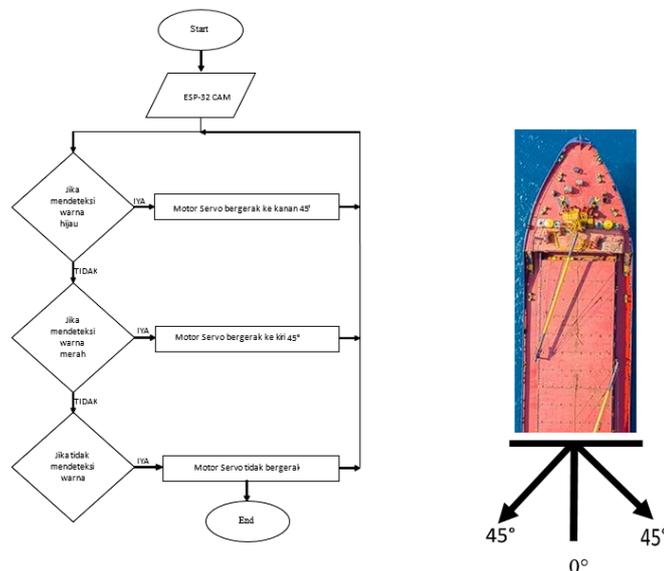


Gambar 3.1 Blok Diagram

Sumber : Dokumen Pribadi

Keterangan :

1. *OPENCV-PYTHON* adalah sebuah perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra digital secara real-time.
2. ESP32CAM adalah mikrokontroler yang memproses sinyal dan sensor Cahaya lampu, juga mengatur *output* untuk memberikan perintah kepada Motor Servo dan Motor DC.
3. ESP32CAM *Internal Camera* sebagai menangkap cahaya lampu untuk dikirim ke ESP32CAM
4. Driver Motor adalah untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC
5. Motor Servo adalah motor dc yang dapat diatur gerak putarannya sesuai dengan yang diprogramkan, berfungsi sebagai pengatur *rudder angle*.
6. Battery sebagai *power supply Motor DC* dan ESP32CAM



Gambar 3.2 flowchart sistem

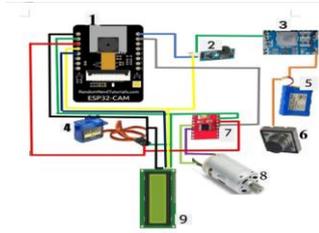
Sumber : Dokumen Pribadi

Dari diagram diatas terdapat bahwa sistem ini terbagi menjadi beberapa bagian seperti ESP32CAM, Motor Driver, motor servo, dan *rudder angle*. Secara garis besar sistem pada penelitian ini menggunakan ESP32CAM untuk mengetahui warna yang dimana nilai warna tersebut diproses dalam ESP32CAM sendiri, sehingga dengan program yang telah di *upload* tersebut dapat memerintahkan motor servo, dan rudder bergerak sesuai program yang telah dibuat.

Perancangan Alat

ESP32CAM ditempatkan pada haluan kapal agar dapat membaca warna cahaya yang terdeteksi. Nilai pembacaan warna Cahaya yang didapatkan input dari ESP32CAM dibaca oleh

camera pada esp tersebut. *Battry* sebagai *power supply* untuk komponen semua, ketika menstart klik tombol *on/off*, lcd sebagai penyalinan Alamat *IP(wifi/hostpot)*, Ketika ESP32CAM mendeteksi warna cahaya maka ESP32CAM mengirim sinyal ke *servo(rudder)* dan *buzzer* akan berbunyi Ketika esp tersebut mendeteksi warna Cahaya. Motor dc sebagai penggerak(*propeller shaft*).



Gambar 3.3 Rancangan Alat
Sumber : Dokumen Pribadi

Ket :

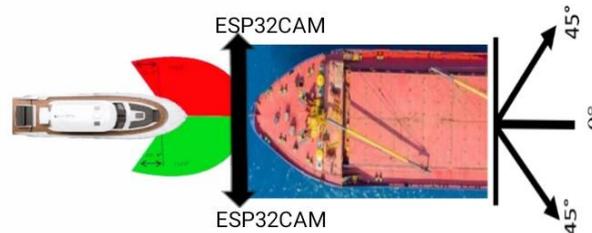
1. ESP32CAM
2. Buzzer
3. Buck Converter
4. Motor Servo
5. Battery 12VDC
6. Tombol On/Off
7. Driver Motor
8. Motor DC
9. LCD 16x2

Rencana Pengujian

1. Pengujian Statis
 - a. Pengujian ESP32CAM, diujikan dengan cara memberi tegangan 12V DC pada ESP32CAM, Lalu melihat indicator LED berwarna hijau atau merah maka ESP32CAM akan mendeteksi sendiri.
 - b. Pengujian Motor Driver L298n, diujikan dengan memberi tegangan 12VDC untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran Motor DC
 - c. Pengujian motor servo, diujikan dengan memberikan modul *driver* motor tegangan 5VDC lalu memasuksan program untuk menggerakkan motor servo

2. Pengujian Dinamis

Pengujian dinamis dimulai dengan menggabungkan setiap komponen alat kedalam prototipe kapal yang sudah dirancang kemudian melakukan pengecekan pada setiap komponen alat apakah sudah berfungsi dengan baik dan melakukan pengambilan data.



Gambar 3.4 Rencana Pengujian
Sumber : Dokumen Pribadi

Pengambilan data akan dilakukan dengan cara mengetahui jarak ideal ESP32CAM atau jarak maksimal ESP32CAM dapat membaca warna lampu Hijau dan warna lampu merah seperti lampu navigasi dikapal, kemudian setelah mendapatkan jarak maksimal maka akan diujikan ESP32CAM untuk pengambilan data yang diperlukan. Mencatat jarak maksimal antara ESP32CAM dan warna lampu, untuk pengujiannya dilakukan malam hari agar ESP32CAM mendeteksinya maksimal.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

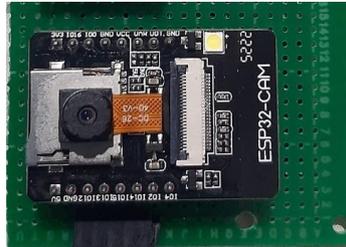
Pada bab ini berisi mengenai pengujian alat “Rancang Bangun Kapal Tanpa Awak Guna Mendeteksi *Navigation Lamp* Untuk Menghindari Tubrukan” dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian ini dimulai untuk memastikan komponen yang terdapat pada alat tersebut dan menghasilkan alat serta kesimpulannya.

1) Pengujian Perkomponen

Pengujian komponen harus dilakukan karena untuk menguji suatu komponen pada alat yang akan dirancang berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan juga tidak terjadi error pada saat pengujian dan mendapatkan hasil analisis data yang valid supaya dapat diolah dengan benar.

a) Pengujian ESP32CAM

Pengujian hardware ESP32CAM dilakukan dengan memberi tegangan melalui battery 12volt. Setelah itu ESP32CAM dihubungkan melalui hotspot HP agar bisa menyambungkannya ke laptop. Ketika ESP32CAM menyala dapat diketahui melalui lcd16x2. Pengujian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengujian ESP32cam
Sumber : Dokumen Pribadi

b) Pengujian battery 12VDC

Pengujian battery 12volt untuk memberikan tegangan ke komponen sensor dan Motor DC. Pengujian dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengujian Battery 12VDC
Sumber : Dokumen Pribadi

c) Pengujian LCD 16x2

Pengujian LCD 16x2 dilakukan dengan menghubungkan ESP32cam. Lalu LCD mendapatkan sinyal dari ESP32cam untuk mengetahui Alamat IP. Pengujian alat dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pengujian LCD 16x2

Dokumen : sumber pribadi

d) Pengujian Buzzer

Pengujian buzzer bila mana ESP32cam mendeteksi *lamp navigation* warna Merah/hijau maka ESP32cam mengirim sinyal ke motor servo dan buzzer akan berbunyi. Dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 pengujian buzzer

Dokumen: sumber pribadi

e) Pengujian Motor Servo SG90

Pengujian Motor Servo SG90 bertujuan untuk mengetahui sudut yang dihasilkan oleh perintah Esp32cam yang dapat dilihat melalui Image Processing. Dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Motor Servo SG90

Sumber : Dokumen pribadi

f) Pengujian Motor DC (*Propeller*)

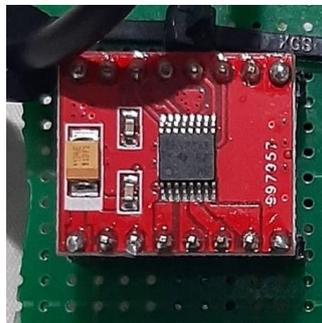
Pengujian motor DC dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada motor DC ketika motor DC diberikan sumber tegangan 12 Volt DC . Dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Motor DC
Sumber : Dokumen pribadi

g) Pengujian Driver Motor

Pengujian Driver Motor sebagai mengontrol perputaran dan kecepatan pada Motor DC. Dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Driver Motor
Sumber : Dokumen pribadi

h) Pengujian *Buck Converter*

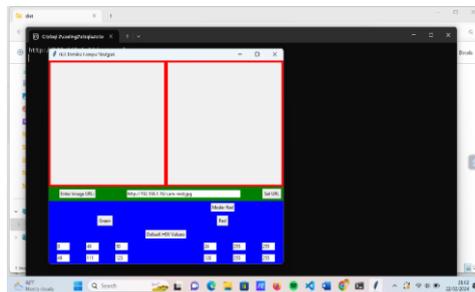
Pengujian Buck Converter untuk menurunkan tegangan dari *battery* 12VDC ke 5VDC. Dapat dilihat dari gambar 4.8.



Gambar 4.8 Buck Converter
Sumber : Dokumen pribadi

i) Pengujian *opencv with python*

Pengujian *opencv with python* hubungkan hotspot/wifi ke laptop dan ESP32CAM, setelah terhubung buka aplikasi *python* sesuai *spec* laptop, setelah itu buka aplikasi *visual studio code* didalam aplikasi *VSC download python image preview* untuk digunakan pengkodean pada *image processing*, salin Alamat ip pada lcd 16x2 untuk menghubungkan *image processing* ke mikrokontroller ESP32CAM. Untuk uji pada rudder bisa berbelok kiri atau kanan bisa dilihat di *image processing* dengan uji led merah dan led hijau Dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Image Processing
Sumber : Dokumen pribadi

2) Perakitan Komponen

Pada perakitan komponen ini semua komponen meliputi komponen hardware dan software dirancang menjadi satu sebuah kesatuan diatas *prototype* kapal yang telah dirakit oleh peneliti. *Prototype* kapal yang telah dirancang meliputi, badan kapal, daun kemudi dan *propeller*.



Gambar 4.10 perakitan komponen *prototype* kapal
Sumber : Dokumen pribadi

Gambar diatas merupakan hasil perancangan perakitan *software* dan *prototype* kapal yang telah dirancang menjadi sebuah satu kesatuan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan dari perancangan, pembuatan, dan pengujian Rancang Bangun Kapal Tanpa Awak Guna Mendeteksi *Navigation Lamp* Untuk Menghindari Tubrukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain sistem pendeteksi *navigation lamp* untuk menghindari tubrukan pada kapal tanpa awak menggunakan ESP32CAM. ESP32CAM ditempatkan pada halauan kapal agar dapat membaca warna cahaya kapal lain yang terdeteksi. Nilai pembacaan warna cahaya yang didapatkan berasal dari input ESP32CAM. *Battery* sebagai *power supply* untuk semua komponen, Ketika tombol *start on/off* maka seluruh komponen pada kapal tanpa awak *on*. Lcd sebagai penyalinan Alamat *IP(wifi/hostpot)* untuk menyalin Alamat ke *image processing*. Ketika ESP32CAM mendeteksi warna cahaya maka ESP32CAM mengirim sinyal ke *servo(rudder)* dan *buzzer* akan berbunyi apabila ESP32CAM mendeteksi warna hijau maka motor servo bergerak ke kanan. Ketika ESP32CAM mendeteksi warna merah maka motor servo bergerak ke kiri. Motor DC sebagai penggerak(*propeller shaft*).
2. Proses pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan menguji keseluruhan komponen. Lampu led merah langsung diarahkan ke kamera. Pada 3 kondisi jarak bervariasi 10cm, 50cm, 100cm dan lampu hijau dengan 3 variasi jarak 10cm, 50cm, 100cm.

SARAN

Berdasarkan dari kesimpulan di atas, bahwa akan adanya kekurangan dalam rancang bangun kapal tanpa awak guna mendeteksi *navigation lamp* untuk menghindari tubrukan. Saran disini dimaksudkan agar nantinya dapat di kembangkan menjadi lebih baik. Saran yang di berikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengoptimalan pembacaan kamera disarankan mengganti jenis mikrokontroller dengan spek lebih tinggi seperti *raspberry PI*.
2. Untuk pengoptimalan pada motor servo disarankan mengganti yang lebih bagus lagi agar pada saat 0° agar tidak gerak-gerak.
3. Ditambahkan berapa derajat pada servo (*rudder*) kapal agar sesuai dengan *COLREGS* 13, 14 dan 15.
4. Ditambahkan untuk mendeteksi Cahaya lampu navigasi warna putih.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, A., & Hidyatama, O. (2013). Rancang bangun prototipe elevator menggunakan microcontroller Arduino ATmega 328P Andi. *Jurnal Teknologi Elektro*, 4(3), 235–238.
- Hutapea, R. F., Manik, P., & Budiarto, U. (2017). Analisa pengaruh penambahan fin pada rudder terhadap kemampuan maneuvering kapal dengan menggunakan metode computational fluid dynamic (Studi kasus Kriso Container Ship). *Teknik Perkapalan*, 5(1), 163–172.
- Rahmawati, Y., Simanjutak, I. U. V., & Simorangkir, R. B. (2022). Rancang bangun purwarupa sistem peringatan pengendara pelanggar zebra cross berbasis mikrokontroler ESP-32 CAM. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), 189–195.
- Ratnawati, D., & Vivianti. (2018). Alat pendeteksi warna menggunakan sensor warna TCS3200 dan Arduino Nano. *Prosiding Seminar Nasional Vokasi Indonesia*, 1(November), 167–170.
- Romzi, M., & Kurniawan, B. (2020). Implementasi pemrograman Python menggunakan Visual Studio Code. *JIK*, 11(2), 1–9.
- Setiawan, A. (2017). Perencanaan instalasi lampu navigasi pada kapal perintis 2000 GT. *Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 1–23.
- Setyawan, A. M. A., Tehupeiori, A., & Widiarty, W. S. (2023). Implementasi P2TL (peraturan pencegahan tubrukan di laut) guna mencegah terjadinya kecelakaan kapal di laut dalam rangka mendukung perekonomian negara. *Journal Syntax Idea*, 5(12), 2356–2358. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v5i12.2653>
- Suriana, I. W., Setiawan, I. G. A., & Graha, I. M. S. (2021). Rancang bangun sistem pengaman kotak dana punia berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan aplikasi Telegram. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 4(2), 75–84. <https://doi.org/10.38043/telsinas.v4i2.3198>
- Sutini, & Mahendro, I. (2018). Pengenalan teknologi navigasi melalui pembelajaran sistem navigasi elektronik untuk pemahaman taruna tentang navigasi. *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim*, 18(1), 41–49. <https://doi.org/10.33556/jstm.v0i1.185>
- Yufrida, A. A., Rahayu, L. P., & Syahbana, D. F. (2021). Implementasi kontrol torsi motor servo menggunakan metode PI pada sistem automatic pallet dispenser. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), 244–248. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.72970>
- Yuski, M. N., Hadi, W., & Saleh, A. (2017). Rancang bangun jangkar motor DC. *Berkala Sainstek*, 5(2), 98. <https://doi.org/10.19184/bst.v5i2.5700>