

Rancang Bangun Sistem Presisi *Manuvering* pada Pergerakan Kapal

Muhamad Ghali Pw Carwito^{1*}, Antonius Edy Kristiyono², Henna Nurdiansari³

¹⁻³Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

*Korespondensi penulis: ghalidjudje17@gmail.com

Abstract. In recent decades, the use of unmanned vehicles (UV) has increased significantly. Unmanned ship operations involve various technical challenges that require sophisticated solutions. Dynamic marine environments, including strong currents, high waves, and extreme weather conditions, can affect ship performance to maintain stability and steer the ship properly, a precise and responsive control system is essential. Small errors in maneuvering can result in high risks, such as damage to the ship or loss of cargo, as well as potential danger to other ships or the environment. The purpose of this study is to design and build a servo motor control system for maneuvering systems on ships and to determine whether servo motors can control maneuvering systems on unmanned ships. The results of this study indicate that the servo motor control system in this study can work automatically or manually. In automatic mode, the motor angle can be set via the application. The ship will stop when the angle matches the settings in the application, based on data from the compass sensor. This sensor ensures that the direction of the ship's movement is accurate by providing a signal when the angle set matches the compass angle. The angle that has been determined when maneuvering the ship's automatic movement system is not accurate, due to currents, water waves and wind that make the ship move or change position by itself.

Keywords: Maneuvering, Servo Motor, Unmanned Ship.

Abstrak. Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan kapal tanpa awak atau *unmanned vehicles* (UV) telah mengalami peningkatan signifikan. Operasi kapal tanpa awak melibatkan berbagai tantangan teknis yang memerlukan solusi canggih. Lingkungan laut yang dinamis, termasuk arus kuat, gelombang tinggi, dan kondisi cuaca ekstrem, dapat mempengaruhi performa kapal untuk menjaga stabilitas dan mengarahkan kapal dengan tepat, sistem kontrol yang presisi dan responsive sangat diperlukan. Kesalahan kecil dalam manuver dapat mengakibatkan risiko tinggi, seperti kerusakan pada kapal atau kehilangan muatan, serta potensi bahaya bagi kapal lain atau lingkungan. Tujuan penelitian kali ini adalah untuk merancang dan membangun sistem kontrol motor servo untuk *manuvering* sistem pada kapal serta untuk mengetahui apakah motor servo dapat mengontrol *manuvering* sistem pada kapal tanpa awak. Hasil dari penelitian ini menunjukkan sistem kontrol motor servo pada penelitian ini dapat bekerja secara otomatis maupun manual. Dalam mode otomatis, sudut motor dapat diatur melalui aplikasi. Kapal akan berhenti saat sudutnya sesuai dengan pengaturan di aplikasi, berdasarkan data dari sensor kompas. Sensor ini memastikan arah pergerakan kapal akurat dengan memberikan sinyal ketika sudut yang diatur sesuai dengan sudut kompas. Sudut yang sudah ditentukan pada saat *manuvering* sistem pergerakan kapal secara otomatis tidak akurat, dikarenakan adanya arus, gelombang air dan angin yang membuat kapal secara sendirinya dapat bergerak atau perbindah pindah posisi.

Kata Kunci: Kapal Tanpa Awak, *Manuvering*, Motor Servo.

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan kapal tanpa awak atau *unmanned vehicles* (UV) telah mengalami peningkatan signifikan. Kapal tanpa awak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari patroli keamanan dan pemantauan lingkungan hingga pengangkutan barang dan penelitian ilmiah. Kebutuhan akan sistem yang dapat mengontrol kapal tanpa awak dengan akurat dan efisien semakin mendesak seiring dengan berkembangnya teknologi dan kebutuhan operasional yang semakin kompleks.

Operasi kapal tanpa awak melibatkan berbagai tantangan teknis yang memerlukan solusi canggih. Lingkungan laut yang dinamis, termasuk arus kuat, gelombang tinggi, dan kondisi cuaca ekstrem, dapat mempengaruhi performa kapal. Untuk menjaga stabilitas dan mengarahkan kapal dengan tepat, sistem kontrol yang presisi dan responsive sangat diperlukan. Kesalahan kecil dalam manuver dapat mengakibatkan risiko tinggi, seperti kerusakan pada kapal atau kehilangan muatan, serta potensi bahaya bagi kapal lain atau lingkungan.

Motor *servo* telah berkembang pesat dalam hal kemampuan dan keandalannya. Teknologi terbaru memungkinkan motor *servo* untuk memberikan kontrol yang sangat presisi terhadap komponen mekanis, seperti kemudi dan propulsi kapal. Dengan torsi yang lebih besar dan respons yang lebih cepat, motor *servo* dapat memastikan bahwa kapal tanpa awak dapat melakukan manuver dengan tingkat akurasi tinggi. Kemajuan ini membuka peluang untuk merancang sistem kontrol yang lebih efisien dan efektif.

Perkembangan teknologi otomasi dan mikrokontroler telah memungkinkan implementasi sistem kontrol yang lebih canggih pada kapal tanpa awak. Sistem kontrol modern dapat mengintegrasikan algoritma kontrol yang kompleks, sensor akurat, dan sistem komunikasi jarak jauh untuk mengelola manuver kapal secara otomatis. Ini memungkinkan kapal untuk beroperasi dengan minimal intervensi manusia dan meningkatkan efisiensi serta keandalan operasional.

Dalam operasi kapal tanpa awak, kepatuhan terhadap regulasi dan standar keselamatan merupakan aspek yang sangat penting. Sistem kontrol motor *servo* harus dirancang untuk memenuhi persyaratan regulasi yang berlaku, memastikan bahwa kapal dapat beroperasi dengan aman sesuai dengan standar industri. Ini mencakup perlindungan terhadap potensi kegagalan teknis dan perlunya sistem pemulihan otomatis.

Penelitian dan inovasi terus mendorong batas kemampuan teknologi dalam sistem kontrol kapal tanpa awak. Penelitian terbaru dalam bidang kontrol motor *servo* dan otomasi menawarkan metode baru untuk meningkatkan performa dan adaptabilitas kapal. Inovasi ini memungkinkan implementasi solusi yang lebih efisien dan efektif dalam menghasapi tantangan operasional yang ada.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Servo MG966R

Servo MG966R adalah jenis motor *servo* yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi robotika, model, dan sistem kendali otomatis. *Servo MG966R* adalah motor *servo* yang dirancang untuk memberikan kontrol presisi atas posisi sudut, kecepatan, dan torsi. Motor ini

dapat memposisikan output shaft (poros) ke sudut tertentu dengan akurasi tinggi berdasarkan sinyal kontrol yang diterimanya.

Rudder

Kemudi (*Rudder*) adalah perangkat untuk mengubah arah kapal dengan mengubah arah arus cairan yang mengakibatkan perubahan arah kapal. Kemudi ditempatkan diujung belakang lambung kapal/ buritan di belakang baling-baling digerakkan secara mekanis atau hidrolik dari anjungan dengan menggerakkan roda kemudi.

Driver Motor DC L293D

Driver motor DC L293D adalah sebuah *integrated circuit* (IC) yang dirancang untuk mengendalikan motor DC dan motor *stepper* dengan menggunakan sinyal logika dari mikrokontroler atau sistem kendali lainnya. IC ini menyediakan kemampuan untuk mengontrol arah dan kecepatan motor serta memberikan perlindungan dari arus lebih dan tegangan berlebih. L293D dapat mengendalikan arus hingga 600 mA per channel dan tegangan hingga 36V, membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi motor DC kecil hingga menengah.

Motor DC 5-12 V

Motor DC 5-12V adalah jenis motor listrik yang dirancang untuk beroperasi pada rentang tegangan 5 hingga 12 volt DC (arus searah). Motor ini adalah salah satu jenis motor yang paling umum digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan mekanik karena kesederhanaan dan kemudahan penggunaannya. Motor DC ini dirancang untuk beroperasi secara efisien pada tegangan yang berkisar antara 5V hingga 12V, yang memungkinkan fleksibilitas dalam berbagai aplikasi.

Arduino Nano V3 Kontroler

Arduino Nano V3 adalah salah satu jenis papan mikrokontroler yang sangat populer dalam dunia elektronik dan pemrograman. *Arduino Nano* memiliki ukuran yang kecil, membuatnya ideal untuk proyek-proyek yang membutuhkan papan mikrokontroler dengan *footprint* kecil. *Arduino Nano V3* menggunakan mikrokontroler ATmega328P, yang juga digunakan pada *Arduino Uno*.

Sensor Kompas HMC5883L

Sensor kompas HMC5883L adalah sensor magnetometer tiga sumbu yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet di sekitar perangkat. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan sistem navigasi untuk menentukan arah atau orientasi.

LM2596 12V TO 5V

LM2596 adalah sebuah regulator daya *switching* atau DC-DC *converter* yang sering digunakan untuk mengubah tegangan dari satu level ke level yang lebih rendah. Versi yang umum digunakan adalah LM2596- ADJ atau LM2596-5.0, yang dapat menurunkan tegangan dari sumber yang lebih tinggi (misalnya 12V) menjadi tegangan yang lebih rendah (misalnya 5V). LM2596 mengubah tegangan input yang lebih tinggi menjadi tegangan *output* yang lebih rendah dengan mengatur rasio waktu *switching*.

Bluetooth HC05

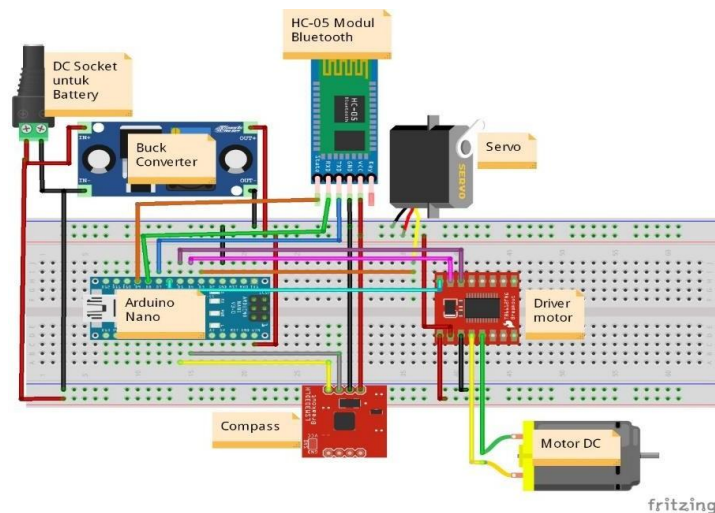
Bluetooth HC-05 adalah modul *Bluetooth* yang populer digunakan dalam berbagai proyek elektronik untuk komunikasi nirkabel. Modul ini dirancang untuk berfungsi sebagai perangkat *Bluetooth* Serial (SPP) yang memudahkan komunikasi antara mikrokontroler atau perangkat elektronik lainnya dengan perangkat *Bluetooth* seperti *smartphone*, tablet, atau komputer. Modul HC-05 biasanya beroperasi pada tegangan 3.3V hingga 5V, sehingga dapat dihubungkan langsung ke berbagai mikrokontroler seperti *Arduino* yang beroperasi pada 5V.

Battery Sony VTC

Baterai 12volt adalah jenis baterai yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi listrik dan elektronik. Baterai ini sering digunakan dalam sistem yang memerlukan tegangan relatif tinggi dan daya yang cukup besar. Sistem catu daya pada kapal tanpa awak ini menggunakan 3 baterai VTC 3,7 V 2000mAH.

3. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem presisi *manuvering* pada pergerakan kapal adalah topik yang sangat penting dalam rekayasa maritim dan teknologi kapal. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan akurasi dan kontrol kapal selama manuver, seperti berbelok, berputar, atau bergerak maju dan mundur dalam situasi yang membutuhkan presisi tinggi. Perancangan dibuat sesuai dengan permodelan yang sudah ditentukan. Adapun rancangan mekanisme yang telah direncanakan adalah sebagai berikut dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 1. Tampilan Perancangan *Prototype*

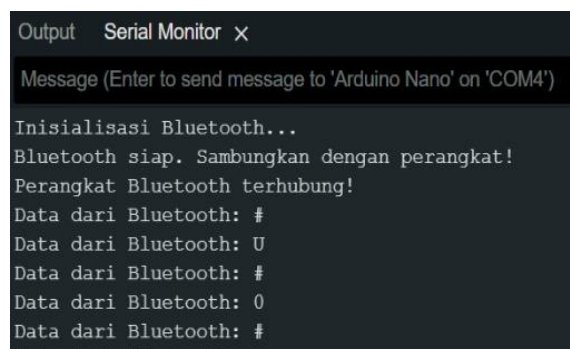
Rencana pengujian sistem *Manuvering* sistem pada kapal tanpa awak dimulai dengan pemasangan sensor compas sebagai peresisi sistem di kapal prototipe berukuran 60 cm, kemudian dilanjutkan dengan pengecekan fungsi untuk tiap respons, setelah itu dilakukan langsung. Menguji interaksi antara modul-modul yang telah diintegrasikan, Memastikan bahwa semua modul bekerja Bersama dengan baik dan data ditransfer dengan benar antara modul, dan kemudian jalankan *scenario* pengujian yang melibatkan interaksi antar modul.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian Statis

Pengujian *Bluetooth*

Pengujian *bluetooth* dilakukan dengan cara membuat *coding* pada aplikasi arduino yang akan diupload datanya ke *Arduino Nano*. Apabila sudah terhubung, serial monitor menampilkan data yang diterima dari perangkat *Bluetooth*, seperti karakter #, U, dan 0.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 2. Pengujian *Bluetooth*

Pengujian Servo

Pengujian motor *servo* bertujuan apakah motor *servo* berfungsi dengan baik atau tidak, kita akan mengetahui motor *servo* berfungsi atau tidak dengan cara melihat kondisi *servo* yang ada pada kapal seperti keadaan lurus, belok kanan dan belok kiri.

Tabel 1. Pengujian Servo

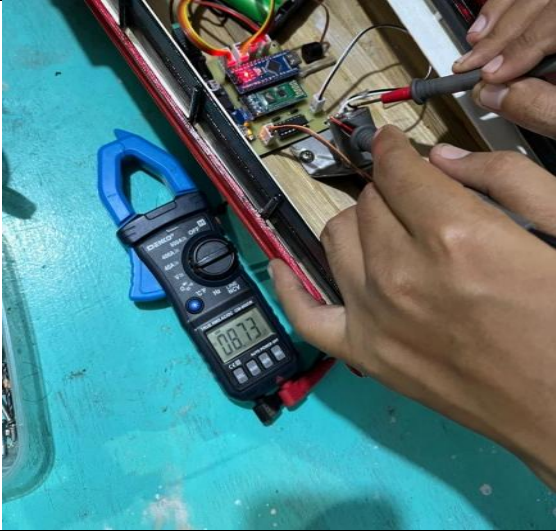
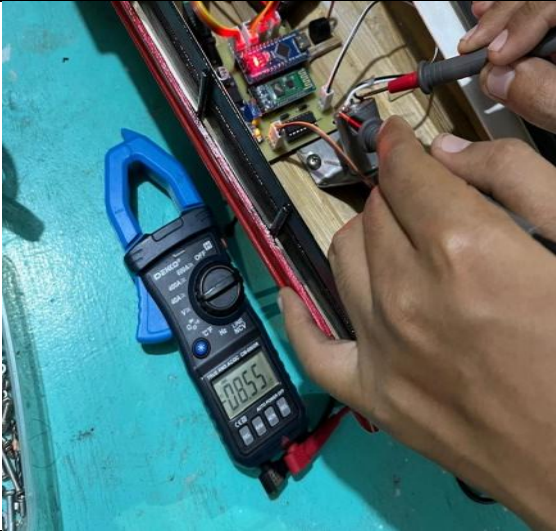
No.	Sudut	Gambar
1.	60°	
2.	90°	
3.	150°	

Sumber: Data Peneliti

Pengujian Motor DC

Pengujian Motor DC yaitu dengan cara melihat tegangan motor pada (+ -) yang ada pada *driver*, apabila tegangan pada multimeter menunjukkan besaran tegangan positif maka motor dc bergerak maju dan apabila besaran tegangan minus maka motor dc bergerak mundur.

Tabel 2. Pengujian Motor DC

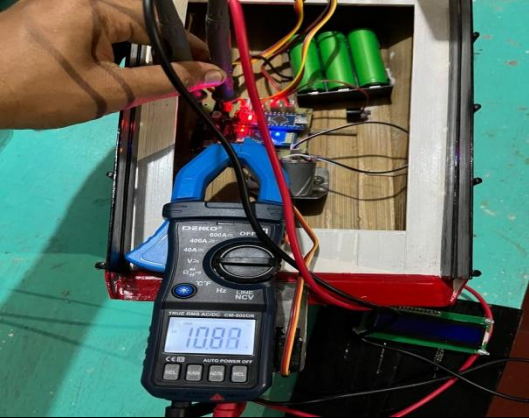
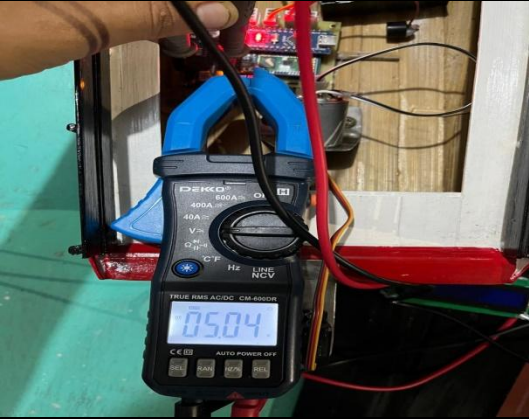
No.	Kondisi Motor	Multitester
1.	Motor Maju	
2.	Motor Mundur	

Sumber: Data Peneliti

Pengujian Step Down 5V

Pengujian modul *step down* DC bertujuan untuk memastikan bahwa modul tersebut dapat menurunkan tegangan input ke tegangan *output* sesuai spesifikasi, dengan cara memultitester *step down* apakah tegangan yang kita inginkan sudah sesuai atau belum.

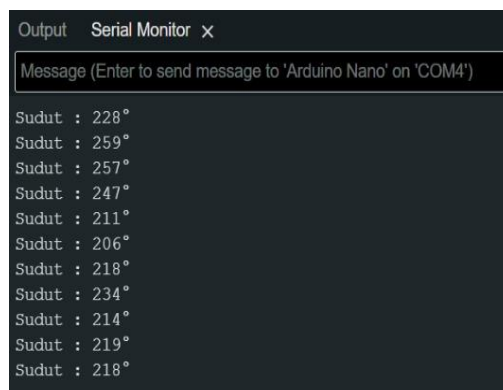
Tabel 3. Pengujian Step Down

No.	Kondisi	Gambar
1.	Input Tegangan	
2.	Output Tegangan	

Sumber: Data Peneliti

Pengujian Sensor Kompas HMC5883L

Pengujian sensor kompas HMC5883L dengan cara menggerakkan sensor dengan arah yang tidak beraturan dan serial monitor *arduino* akan membaca sekaligus menampilkan hasil yang dibaca.

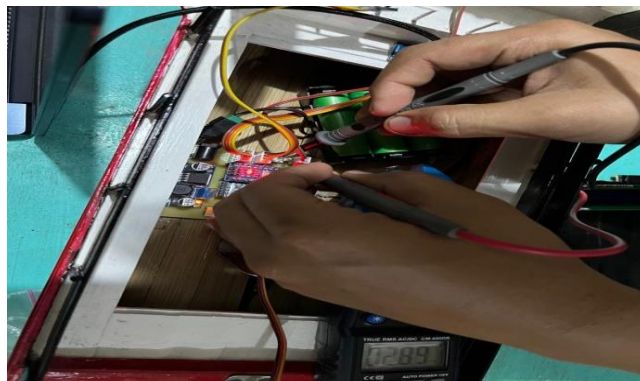


Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 3. Pengujian Sensor Kompas HMC5883L

Pengujian *buzzer*

Pengujian buzzer dengan cara mengecek tegangan pada kabel yang terkoneksi dengan Esp32, apakah buzzer tersebut terdapat tegangan 3 V atau tidak. Apabila terdapat tegangan buzzer berfungsi dengan baik.



Sumber: Dokumen Pribadi

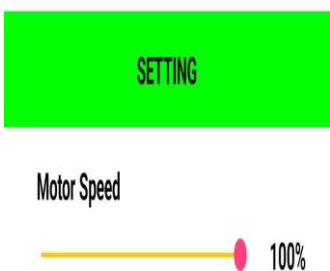
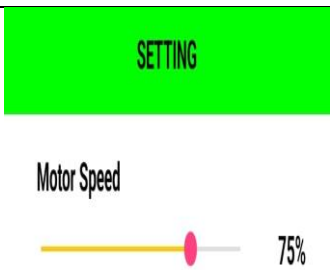
Gambar 4. Pengujian *Buzzer*

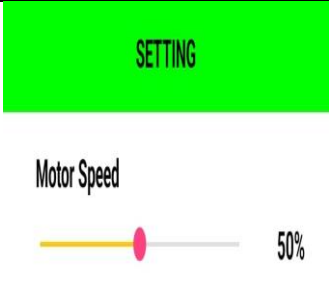
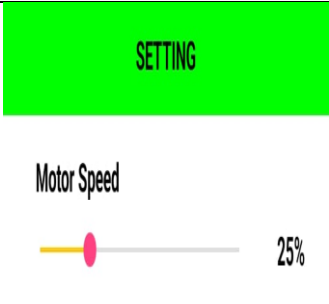
Pengujian Dinamis

Pengujian Kecepatan Motor

Berikut adalah dokumentasi dari pengujian kecepatan motor dc dengan kecepatan tertentu seperti 100%, 75%, 50% dan 25 % yang diatur melewati aplikasi ketika kondisi manual. Yang akan berfungsi untuk menggerakkan kapal secara maju mundur.

Tabel 4. Pengujian Kecepatan Motor

No	Aplikasi	Gambar
1.		
2.		

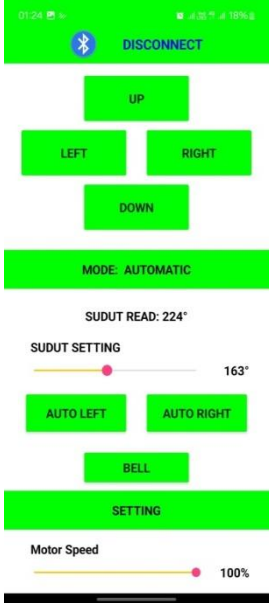
3.		
4.		

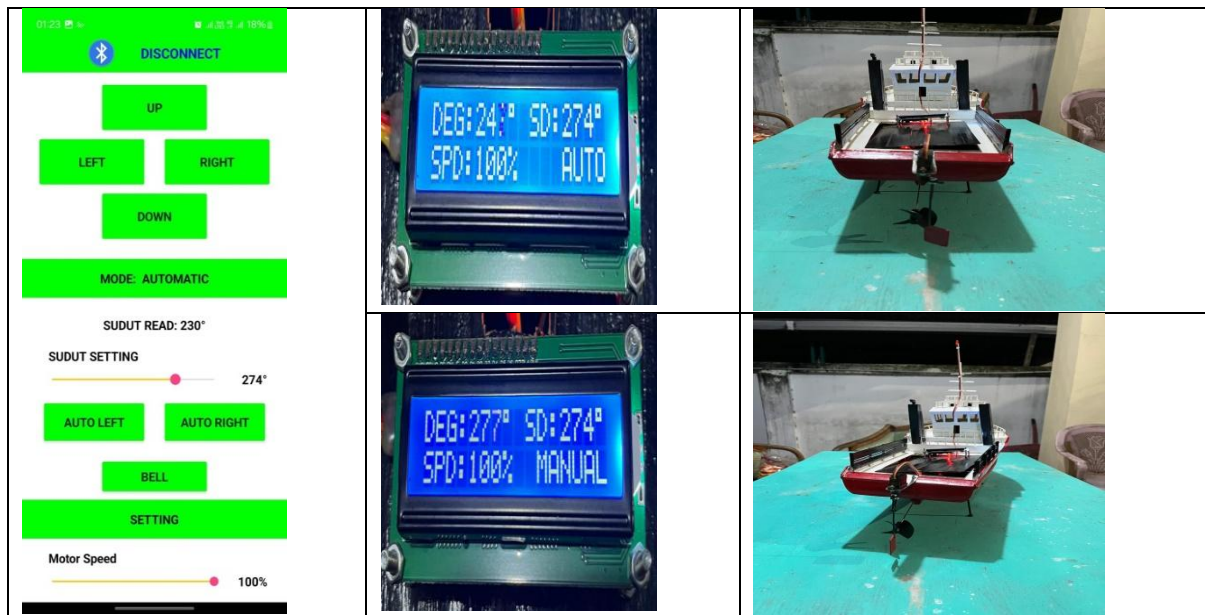
Sumber: Data Peneliti

Pengujian Keseluruhan

Berikut adalah dokumentasi dari pengujian keseluruhan Rancang Bangun Sistem Presisi *Manuvering* Pada Pergerakan Kapal. Dari hambar pada tabel dibawah menunjukkan perintah aplikasi sesuai derajat yang diinginkan, apabila kapal sudah berbelok sesuai sudut derajat yang diinginkan sesuai dari sudut dari sensor kompas maka kapal akan berhenti dan LCD menampilkan pemberitahuan *setting* kembali manual. Karena sudut atau arah kapal yang sudah sesuai dengan *setting automatic*.

Tabel 5. Pengujian Keseluruhan

APLIKASI	LCD	GAMBAR
		
		



Sumber: Data Peneliti

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Merancang sistem kontrol motor *servo* pada penelitian ini bisa secara otomatis ataupun manual, untuk pengontrolan motor *servo* secara otomatis kita bisa mengatur sudut derajat sesuai apa yang kita inginkan melalui aplikasi. Ketika posisi kapal sudah sesuai sudut derajatnya sesuai settingan yang ada pada aplikasi maka kapal akan berhenti sesuai sudut yang sudah disetting sesuai sudut yang diberikan oleh sensor kompas.

Untuk mempresisikan arah pergerakan kapal pada sistem ini menggunakan sensor kompas yang akan memberikan sinyal pada sistem apabila settingan sudut derajat sudah sesuai dengan sudut kompas.

Sudut yang sudah ditentukan pada saat manuvering sistem pergerakan kapal secara otomatis tidak akurat, dikarenakan adanya arus, gelombang air dan angin yang membuat kapal secara sendirinya dapat bergerak atau berpindah posisi.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa perancangan dan realisasi penelitian pada alat ini masih memiliki keterbatasan dan belum mencapai tingkat kesempurnaan. Oleh karena itu, pada riset berikutnya, disarankan agar pengembangan alat ini menggunakan sistem IoT berbasis WiFi. Karena pada alat ini menggunakan *bluetooth* terkadang aplikasi tidak terkoneksi dengan baik pada sistem, jadinya menghambat pengoperasian pada alat ini. Dan juga penulis mengharapkan adanya *output* lain pada penelitian selanjutnya yang lebih berkembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilianto, A. R., Mulyanto, S., Fatimah, S., Nurdiansari, H., & Gupron, A. K. (2024). Rancang bangun kapal tanpa awak guna mendeteksi navigation lamp untuk menghindari tubrukan. *Ocean Engineering: Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim*, 3(2), 63–79. <https://doi.org/10.58192/ocean.v3i2.2215>
- Chaysri, P., Spatharis, C., Vlachos, K., & Blekas, K. (2024). Design and implementation of a low-cost intelligent unmanned surface vehicle. *Sensors*, 24(10), 3254. <https://doi.org/10.3390/s24103254>
- Dabit, A. S., Lianto, A. E., Branta, S. A., Laksono, F. B., Prabowo, A. R., & Muhayat, N. (2020). Perancangan kapal tanpa awak penebar pakan ikan di wilayah pesisir pantai berbasis mikrokontroller Arduino. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*, 19(2), 74. <https://doi.org/10.20961/mechanika.v19i2.43671>
- Din, M. U., Humais, A., Akram, W., Alblooshi, M., Saoud, L. S., Alblooshi, A., Seneviratne, L., & Hussain, I. (2023). Marine X: Design and implementation of unmanned surface vessel for vision-guided navigation. *arXiv preprint*, arXiv:2311.17197. <https://arxiv.org/abs/2311.17197>
- Kolev, G., Tayarani Bathaie, S. N., Rybin, V., Kulagin, M., & Karimov, T. (2021). Design of small unmanned surface vehicle with autonomous navigation system. *Inventions*, 6(4), 91. <https://doi.org/10.3390/inventions6040091>
- Niu, H., Ji, Z., Liguori, P., Yin, H., & Carrasco, J. (2021). Design, integration and sea trials of 3D printed unmanned aerial vehicle and unmanned surface vehicle for cooperative missions. *arXiv preprint*, arXiv:2102.10709. <https://arxiv.org/abs/2102.10709>
- Priohutomo, K., Masroeri, A. A., & Permana, C. (2017a). Perancangan kendali manuver untuk menghindari tabrakan pada kapal patroli cepat berbasis pengujian model kapal. *Kapal*, 14(3), 71. <https://doi.org/10.14710/kpl.v14i3.15534>
- Priohutomo, K., Masroeri, A. A., & Permana, C. (2017b). Perancangan kendali manuver untuk menghindari tabrakan pada kapal patroli cepat berbasis pengujian model. *Kapal*, 14(3), 71. <https://doi.org/10.14710/kpl.v14i3.15534>
- Priyono, H., Aritong, S., & Akbar, M. (2022). Pengembangan teknologi kapal tanpa awak guna mendukung operasi dan latihan TNI Angkatan Laut. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 3(3), 527–537. <https://doi.org/10.36418/jiss.v3i3.555>
- Putro, B. C. S., Rochim, A. F., & Widiyanto, E. D. (2016). Rancang bangun purwarupa sistem navigasi tanpa awak untuk kapal. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.4.1.2016.1-8>
- Samidun, S. N. E. (2023). Perancangan kapal tanpa awak dengan pengendali otomatis dan kontrol jarak jauh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 8, 43–49.
- Satoto, S. W. (2019). Perancangan lambung kapal tanpa awak sebagai alat bantu survei di Kepulauan Riau. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 16(1), 9–15. <https://doi.org/10.14710/kapal.v16i1.21917>

- Siwindarto, P., Eritha, F. N., & Aswin, M. (2019). Optimasi kontrol pada maneuvering kapal menggunakan NI sb-rio. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 13(2), 83–90. <https://doi.org/10.29122/jurnalwave.v13i2.3883>
- Volden, Ø., Cabecinhas, D., Pascoal, A., & Fossen, T. I. (2023). Development and experimental evaluation of visual-acoustic navigation for safe maneuvering of unmanned surface vehicles in harbor and waterway areas. *Ocean Engineering*, 280, 114675. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114675>
- Zaky Muhammad, M. A. R. A. (2018). Perancangan sistem kendali berbasis GPS (Global Positioning Sistem) pada kapal tanpa awak. *Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Syiah Kuala*, 3(2).