



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN SISTEM STABILISASI SONAR BERBASIS
ARDUINO UNTUK MENINGKATKAN AKURASI
PENGUKURAN KEDALAMAN PADA TSS *UNMANNED*
*SURFACE VEHICLE V3***

TUGAS AKHIR

Fauzan Harits Patrianesha

2203321042

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN SISTEM STABILISASI SONAR BERBASIS
SENSOR MPU6050 UNTUK MENGURANGI PENGARUH
PERGERAKAN PADA KAPAL TSS USV V3**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**Fauzan Harits Patrianesha
2203321042**

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fauzan Harits Patrianesha

NIM : 2203321042

Tanda Tangan : 

Tanggal : 18 Juni 2025





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Fauzan Harits Patrianesha
NIM : 2203321042
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Sistem Stabilisasi Sonar Berbasis Arduino Untuk Meningkatkan Akurasi Pengukuran Kedalaman Pada TSS *Unmanned Surface Vehicle* V3
Sub Judul Tugas Akhir : Pengembangan Sistem Stabilisasi Sonar Berbasis Sensor MPU6050 Untuk Mengurangi Pengaruh Pergerakan Pada Kapal TSS USV V3

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada hari Selasa tanggal 24 Juni 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Nuralam, S.T.,M.T.

NIP.197908102014041001

()

Depok, 2 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem stabilisasi sonar berbasis Arduino untuk meningkatkan akurasi pengukuran kedalaman pada kapal TSS Unmanned Surface Vehicle (USV) V3. Sistem ini memanfaatkan sensor MPU6050 untuk mendeteksi sudut kemiringan kapal (pitch) akibat pergerakan, dan secara otomatis mengatur posisi sonar menggunakan motor servo agar tetap tegak lurus terhadap dasar air. Selain itu, motor stepper digunakan untuk mengatur posisi vertikal sonar menggunakan remote control. Seluruh sistem dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Pro Micro, dengan pemrograman melalui Arduino IDE. Pengujian dilakukan di Danau Cifor, Bogor, dengan membandingkan akurasi pembacaan sonar pada kondisi dengan dan tanpa sistem stabilisasi. Hasil menunjukkan bahwa sistem stabilisasi mampu menjaga pembacaan sonar tetap stabil, dengan deviasi yang lebih kecil dibandingkan tanpa stabilisasi. Sistem ini terbukti efektif dalam mengurangi pengaruh goyangan kapal terhadap hasil pengukuran, sehingga dapat meningkatkan keakuratan data batimetri pada USV. Penelitian ini juga menunjukkan potensi penggunaan komponen hemat biaya untuk aplikasi survei kelautan secara lebih efisien.

Kata Kunci : Stabilisasi Sonar, Arduino, MPU6050, USV, Motor Servo.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Pengembangan Sistem Stabilisasi Sonar Berbasis Arduino untuk Meningkatkan Akurasi Pengukuran Kedalaman pada TSS Unmanned Surface Vehicle V3”**. Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari peran serta dukungan, oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Murie Dwiyantri, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Bapak Ihsan Auditia Akhinov, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Elektronika Industri;
3. Bapak Nuralam, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, dukungan, dan bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir;
4. Bapak Putu Wisnu Bhaskara selaku pembimbing industri di PT Team Geo Solusion;
5. Orang tua, keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral serta doa-doa yang menyertai;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 18 Juni 2025

Fauzan Harits Patrianesha



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

This study aims to develop an Arduino-based sonar stabilization system to improve depth measurement accuracy on the TSS Unmanned Surface Vehicle (USV) V3. The system utilizes an MPU6050 sensor to detect the vessel's tilt angle (pitch) caused by movement and automatically adjusts the sonar orientation using a servo motor to remain perpendicular to the waterbed. A stepper motor is also used the sonar's vertical position via remote control. The entire system is controlled by an Arduino Pro Micro microcontroller and programmed using the Arduino IDE. Testing was conducted at Cifor Lake, Bogor, comparing sonar readings under stabilized and non-stabilized conditions. Results show that the stabilization system maintains consistent sonar readings with reduced deviation compared to readings without stabilization. The system effectively reduces the impact of vessel movement on sonar accuracy, enhancing bathymetric data reliability for USV applications. This study demonstrates the potential of low-cost components for more efficient marine survey applications.

Keywords : *Sonar Stabilization, Arduino, MPU6050, USV, Servo Motor.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sensor MPU6050	4
2.2 Motor Servo DS5160 <i>Waterproof</i> 60 kg.....	4
2.3 Arduino IDE	5
2.4 Arduino Pro Micro <i>ATMega32U4</i> 5V Pro Micro 32u4.....	6
2.5 PCB (<i>Printed Circuit Board</i>)	6
2.6 Baterai Li-ion 12V.....	7
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI ALAT.....	8
3.1 Perancangan Alat.....	8
3.1.1 Deskripsi Alat.....	9
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	9
3.1.3 Flowchart.....	10



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.4	Blok Diagram	14
3.1.5	Spesifikasi Alat.....	15
3.1.6	Spesifikasi Komponen.....	16
3.1.7	Spesifikasi Software	20
3.2	Realisasi Alat.....	20
3.2.1	Wiring Diagram.....	20
3.2.2	Dokumentasi Respon Motor Servo Terhadap MPU6050.....	21
3.2.3	Implementasi Motor Servo Untuk Stabilisasi.....	22
3.2.4	Program Motor Servo DS5160 dan MPU6050	23
BAB IV PEMBAHASAN		26
4.1	Pengujian Stabilisasi Motor Servo dengan Sensor MPU6050	26
4.1.1	Deskripsi Pengujian.....	26
4.1.2	Prosedur Pengujian.....	27
4.1.3	Proses Pengukuran Kedalaman Air.....	28
4.1.4	Data Hasil Pengujian	29
4.1.5	Analisa Data Pengujian	31
BAB V PENUTUP		32
5.1	Kesimpulan.....	32
5.2	Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA		34
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		x
LAMPIRAN		xi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor MPU6050.....	4
Gambar 2. 2 Motor Servo DS160 60 Kg.....	5
Gambar 2. 3 Arduino IDE	5
Gambar 2. 4 Arduino Pro Micro ATmega 5V Pro Micro.....	6
Gambar 2. 5 PCB.....	6
Gambar 2. 6 Baterai Li-ion 12V.....	7
Gambar 3. 1 Flowchart Keseluruhan Alat.....	10
Gambar 3. 2 Grafik Nilai PWM Yang diterima	12
Gambar 3. 3 Flowchart Sub Alat.....	13
Gambar 3. 4 Blok Diagram	14
Gambar 3. 5 Desain Alat	16
Gambar 3. 6 Wiring Diagram.....	20
Gambar 3. 7 Pergerakan Motor Servo dengan MPU6050.....	21
Gambar 3. 8 Gambar Alat	22
Gambar 4. 1 Deklarasi Codingan Motor Servo dan Sensor MPU6050.....	23
Gambar 4. 2 Inisialisasi Codingan Motor Servo dan Sensor MPU6050.....	24
Gambar 4. 3 Pembacaan Sudut dan Pengendalian Servo	25
Gambar 4. 4 Pengukuran kedalaman menggunakan meteran	28
Gambar 4. 5 Pengukuran kedalaman danau menggunakan kayu	29
Gambar 4. 6 Pengukuran kedalaman menggunakan kayu dan meteran.....	29
Gambar 4. 7 Pembacaan Sonar tanpa stabilizer	30
Gambar 4. 8 Pembacaan Sonar dengan stabilizer.....	31



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	15
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen.....	16
Tabel 3. 3 Spesifikasi Software	20
Tabel 4. 1 Prosedur Pengujian.....	27
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Sonar.....	29





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unmanned Surface Vehicle (USV) adalah inovasi teknologi yang semakin populer dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi kelautan. Kendaraan tanpa awak ini dirancang untuk beroperasi di permukaan air, baik di sungai, danau, maupun laut. USV memiliki banyak kegunaan, seperti survei *hidrographi*, pemetaan, dan pengumpulan data lingkungan. Salah satu fungsi penting dari USV adalah melakukan survei *batimetri*, yang bertujuan untuk mendapatkan data kedalaman dan topografi dasar perairan, serta mendeteksi objek yang ada di dalamnya. Dengan memanfaatkan teknologi seperti *Global Positioning System* (GPS) dan sensor sonar, USV dapat beroperasi secara mandiri dan mengumpulkan data dengan akurasi tinggi, sehingga mengurangi risiko keselamatan bagi para *surveyor* yang bekerja di lapangan (Sonar Nusantara, 2024).

Namun, pengoperasian sonar pada USV tidaklah tanpa tantangan. Salah satu masalah utama yang sering dihadapi adalah menjaga stabilitas alat akibat pengaruh gelombang air, arus, dan pergerakan kapal. Ketidakstabilan ini dapat menyebabkan gangguan pada sonar, seperti goyangan atau perubahan orientasi, yang pada gilirannya dapat menurunkan akurasi pengukuran kedalaman. Masalah ini menjadi semakin signifikan ketika USV beroperasi di perairan terbuka dengan kondisi gelombang yang dinamis. Dalam konteks ini, penggunaan sensor *Inertial Measurement Unit* (IMU) menjadi sangat penting untuk membantu dalam stabilisasi sistem dan meningkatkan akurasi pengukuran sonar pada USV (Abu Hatim K, 2018).

Untuk meningkatkan akurasi sonar pada USV, diperlukan sistem stabilisasi yang andal dan efektif. Salah satu solusi yang inovatif, efisien, dan hemat biaya adalah teknologi berbasis Arduino yang didukung oleh sensor MPU6050. Sistem ini dapat mendeteksi sudut kemiringan sonar akibat pergerakan kapal (*pitch*) dan secara otomatis mengoreksi posisi sonar menggunakan motor servo untuk menjaga orientasi yang stabil.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Selain itu, motor *stepper* dapat digunakan untuk menurunkan dan menaikkan sonar ke kedalaman tertentu, sehingga fleksibilitas operasional USV dapat ditingkatkan.

Konsep dasar dari perancangan alat ini adalah menggabungkan sistem pengendalian posisi vertikal sonar dan sistem stabilisasi orientasi sudut sonar dalam satu kesatuan berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem ini memungkinkan sonar untuk tetap berada dalam posisi optimal saat melakukan pengukuran kedalaman, baik dari segi ketinggian (naik-turun) maupun sudut kemiringan terhadap dasar perairan. Pengaturan vertikal dilakukan secara manual oleh operator melalui sinyal PWM dari *remote control* RC Taranis X9D, yang kemudian diterjemahkan oleh Arduino untuk menggerakkan motor *stepper* NEMA 17 melalui *driver motor* TMC2209. Sedangkan orientasi sudut sonar dikontrol secara otomatis menggunakan sensor MPU6050 yang membaca sudut kemiringan kapal, lalu dikompensasi oleh motor servo agar posisi sonar tetap tegak lurus terhadap dasar perairan. Kombinasi sistem manual dan otomatis ini dipilih karena memberikan fleksibilitas pengendalian sekaligus menjaga kestabilan pembacaan sonar secara real-time dalam kondisi lingkungan yang dinamis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan sistem stabilisasi sonar menggunakan sensor MPU6050 untuk mengurangi pengaruh pergerakan kapal terhadap akurasi pengukuran?
2. Bagaimana pengaruh implementasi sistem stabilisasi sonar terhadap peningkatan akurasi data pengukuran kedalaman USV di kondisi perairan nyata?

1.3 Tujuan

1. Mengembangkan sistem stabilisasi sonar berbasis sensor MPU6050 untuk menjaga sonar tetap sejajar meskipun kapal bergoyang.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menguji dan mengevaluasi kinerja sistem stabilisasi yang dikembangkan terhadap akurasi data pengukuran kedalaman USV dalam kondisi perairan nyata.

1.4 Luaran

Adapun luaran dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Laporan Tugas Akhir
2. Draft Artikel/Jurnal
3. Draft Hak Cipta
4. *Prototype* Alat
5. Surat Keterangan Dari Industri
6. Surat Pernyataan





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan, pengujian, dan hasil yang dilakukan pada sistem stabilisasi sonar berbasis sensor MPU6050 pada kapal TSS USV V3, terdapat beberapa kesimpulan yang penulis dapatkan sebagai berikut:

1. Sistem stabilisasi yang dikembangkan mampu meningkatkan akurasi pembacaan sonar saat kapal bergerak. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan hasil pembacaan antara kondisi dengan dan tanpa stabilisasi, di mana sistem dengan stabilisasi mampu menghasilkan data yang lebih konsisten dan mendekati nilai kedalaman yang sebenarnya.
2. Sensor MPU6050 terbukti mampu mendeteksi perubahan sudut kapal secara responsif, dan selanjutnya mengirimkan data tersebut ke motor servo yang bertugas menyesuaikan posisi sensor sonar. Mekanisme ini memungkinkan sistem untuk menyesuaikan posisi sonar, sehingga posisi sonar tetap tegak lurus terhadap dasar air meskipun kapal mengalami kemiringan pada saat pergerakan.
3. Kapal TSS USV V3 sebagai platform pengujian berjalan secara optimal, terutama dalam mendukung kerja sistem stabilisasi dan pengambilan data sonar.
4. Secara keseluruhan, sistem yang dirancang telah bekerja sesuai dengan tujuan awal penelitian, yakni mengurangi pengaruh pergerakan kapal terhadap keakuratan data sonar, sekaligus meningkatkan stabilitas dan pembacaan kedalaman air di kondisi perairan nyata.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, berikut saran dari penelitian tugas akhir ini:

1. Disarankan menggunakan motor servo bertorsi tinggi agar respons sistem terhadap perubahan sudut kapal lebih cepat dan presisi, terutama di kondisi arus atau gelombang besar.

2. Lakukan pengujian lanjutan di perairan terbuka untuk mengevaluasi ketahanan dan kestabilan sistem dalam kondisi yang lebih ekstrem.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Hatim, K. (2018). Perancangan dan Implementasi Sistem Stabilizer Sonar Menggunakan IMU pada Unmanned Surface Vehicle (USV) (Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember). ITS Institutional Repository. https://repository.its.ac.id/52821/13/2216105072_Undergraduate_Theses.pdf
- Ashari, F. . (2022). PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI PADA ROBOT HUMANOID PENARI DENGAN AUDIO BLUETOOTH DONGLE DAN BLUETOOTH HC 05 MENGGUNAKAN ARDUINO PRO MICRO. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12. http://repository.unissula.ac.id/30023/1/Teknik%20Elektro_30601800037_fu1lpdf.pdf
- Darmawan, I. A. (2020). Faktor - Faktor Kegagalan Pemasangan Komponen Chip Pada Papan PCB Menggunakan Mesin Chip Mounter. *Jurnal Untirta*, 3(1), 397–403. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/article/download/9719/6822>
- Indrihastuti, N., Permana, R. A., & Anam, khoirul. (2022). RANCANG BANGUN ALAT PENYIMPAN DAYA LISTRIK SERBAGUNA DENGAN KAPASITAS 10.500 mAh. *Jurnal Cahaya Bagaskara*, 5(2), 40–47. https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/cahaya_bagaskara/article/download/1061/793/2173
- Material, J. R., & Energi, M. (2025). *Pembuatan Alat Pelipat Baju Otomatis Berbasis Arduino Uno Untuk UMKM Laundry*. 8(1), 97–106. <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME/article/download/22371/12620>
- Munana, B. A. (2022). *A Self-Stabilizing Platform*. April. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/753204/Munana_Bilal.pdf?sequence=2
- Romadhona, E. . (2024). *PERANCANGAN POROS MOTOR STEPPER PADA LENGAN ROBOT MEDIS*. 57–100. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/118513/Nzc3MDIw/Perancangan-Poros-Motor-Stepper-Pada-Lengan-Robot-Medis-LAMPIRAN.pdf>
- Sonar Nusantara. (2024). Mengenal Teknologi Unmanned Surface Vehicle dan Kegunaannya. PT Sonar Nusantara Teknologi. <https://www.sonar-nusantara.co.id/id/blog-posts/mengenal-teknologi-unmanned-surface-vehicle-dan-kegunaannya>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Fauzan Harits Patrianesha

Anak ke 3 dari 3 bersaudara, lahir di Jakarta, 27 November 2003. Lulus dari SDN Lenteng Agung 11 pada tahun 2016, SMPN 242 Jakarta pada tahun 2019, SMK Wisata Indonesia pada tahun 2022. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri pada tahun (2022-2025). Penulis menyelesaikan studi di Politeknik Negeri Jakarta dengan Tugas Akhir yang berjudul “Pengembangan Sistem Stabilisasi Sonar Berbasis Arduino Untuk Meningkatkan Akurasi Pengukuran Kedalaman Pada TSS *Unmanned Surface Vehicle V3*” untuk memperoleh Diploma Tiga di Politeknik Negeri Jakarta.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

L - 1 Surat Kerja Sama dari Industri



PT. Team Geo Solusion

Perumahan Casa Samala Blok G-5, Ciherang, Dramaga,
Bogor Regency, West Java 16680 (Operational Offices)
Telp.0812-6000766| Email:ocean@solusion7.com
www.solusion7.com

Nomor: 001/TSS/Kerjasama/2025

Perihal: Surat Kerja Sama Tugas Akhir

Kepada Yth.,

Kepala Program Studi Prodi Elektronika Industri

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Beji, Depok City, West Java 16425

Dengan hormat,

Sehubungan dengan kesepakatan kerja sama antara PT TEAM GEO SOLUSION dan mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta, kami menyatakan persetujuan untuk mendukung pelaksanaan tugas akhir mahasiswa bernama:

Nama: Fauzan Harits Patrianesha

NIM: 2203321042

Judul Tugas Akhir: Pengembangan Sistem Stabilisasi Sonar Berbasis Sensor MPU6050 untuk Mengurangi Pengaruh Pergerakan Kapal pada USV

Nama: Taufiq Rahman Raharjo

NIM: 2203321077

Judul Tugas Akhir: Implementasi Mekanisme Kontrol Sonar Menggunakan Motor Stepper Nema 17 untuk Meningkatkan Stabilitas dan Akurasi Pengukuran pada USV

Dalam rangka pelaksanaan tugas akhir tersebut, PT TEAM GEO SOLUSION akan memberikan dukungan berupa:

1. Bimbingan Teknis: PT TEAM GEO SOLUSION akan menyediakan narasumber atau pembimbing teknis yang relevan sesuai dengan kebutuhan penelitian.
2. Fasilitas: Akses ke fasilitas laboratorium, data, dan sumber daya lainnya di lingkungan PT TEAM GEO SOLUSION untuk mendukung penelitian.

Kewajiban Mahasiswa:

1. Menjaga kerahasiaan informasi yang bersifat rahasia milik PT TEAM GEO SOLUSION.
2. Menyelesaikan tugas akhir sesuai dengan jadwal yang disepakati.
3. Menyerahkan laporan akhir dan hasil penelitian kepada PT TEAM GEO SOLUSION dan Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PT. Team Geo Solution

Perumahan Casa Samala Blok G-5, Ciherang, Dramaga,
Bogor Regency, West Java 16680 (Operational Offices)
Telp.0812-6000766| Email:ocean@solusion7.com
[|www.solusion7.com](http://www.solusion7.com)

Surat kerja sama ini berlaku sejak tanggal ditandatangani hingga selesainya tugas akhir.
Kami berharap kerja sama ini dapat memberikan manfaat bagi kedua belah pihak.

Demikian surat kerja sama ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bogor, 17 Januari 2025

Hormat kami,

PT TEAM GEO SOLUSION

Mengetahui:

Arief Kusman
Direktur Utama

Fauzan Harits Patrianesha
Mahasiswa

Taufiq Rahman Raharjo
Mahasiswa





L - 2 Surat Pernyataan



PT. Team Geo Sulation

Perumahan Casa Samala Blok G-5, Ciherang,
Dramaga, Bogor Regency, West Java 16680
(Operational Offices) Telp.0812-6000766
Email: ocean@solusion7.com
www.solusion7.com

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, pada Hari Senin, 7 Juli 2025

Nama : Arief Kusman
Jabatan : Direktur Utama
Perusahaan : PT. TEAM GEO SOLUSION

Dengan ini kami menyatakan bahwa tugas akhir yang disusun oleh mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta dengan judul **"Pengembangan Sistem Stabilisasi Sonar Berbasis Arduino untuk Meningkatkan Akurasi Pengukuran Kedalaman pada TSS Unmanned Surface Vehicle V3"** telah dilaksanakan dan digunakan di perusahaan kami.

Adapun nama mahasiswa yang melakukan tugas akhir yaitu :

1. Fauzan Harits Patrianesha 2203321042
2. Taufiq Rahman Raharjo 2203321077

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bogor, 7 Juli 2025

Arief Kusman


Arief Kusman
Direktur Utama

Hak Cipta :

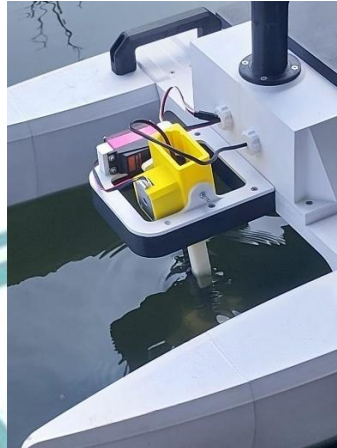
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



L - 3 Dokumentasi Pengujian

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L - 4 Source Code Arduino

```
#include <Wire.h>

#include <MPU6050.h>

#include <Servo.h>

// --- PWM untuk Stepper ---
const int pwmPin = 5;
unsigned long lebarPulsa = 0;
unsigned long pulsaTerakhir = 0;

// --- Stepper Motor ---
const int pinStep = 6;
const int pinDir = 4;
const int langkahPerPutaran = 200;
const int jumlahPutaran = 15;
const int langkahUntukGerak = langkahPerPutaran * jumlahPutaran;
bool perintahGerak = false;
bool arahGerak = LOW;

// --- Servo dan MPU6050 ---
MPU6050 mpu;
Servo stabilizerServo;
const int servoPin = 9;

// --- Variabel untuk filter Servo Stabilizer ---
float filteredAngle = 0.0;
const float alpha = 0.3; // Responsif
float angleOffset = 0.0;
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
  
    // --- Setup Stepper ---  
    pinMode(pwmPin, INPUT);  
    pinMode(pinStep, OUTPUT);  
    pinMode(pinDir, OUTPUT);  
    digitalWrite(pinStep, LOW);  
    digitalWrite(pinDir, LOW);  
  
    // --- Setup MPU6050 dan Servo ---  
    Wire.begin();  
    mpu.initialize();  
    stabilizerServo.attach(servoPin);  
  
    if (!mpu.testConnection()) {  
        Serial.println("MPU6050 connection failed");  
        while (1);  
    }  
  
    Serial.println("MPU6050 connected");  
    delay(1000);  
  
    // --- Kalibrasi awal MPU6050 untuk offset ---  
    int16_t ax, ay, az, gx, gy, gz;  
    mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);  
    angleOffset = atan2(ay, az) * 180 / PI; // Fokus di PITCH (ay, az)  
  
    Serial.println("Setup selesai - Siap menerima sinyal PWM dan data MPU6050");  
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
}  
  
void loop() {  
  
    // --- 1. Baca PWM untuk Stepper ---  
  
    lebarPulsa = pulseIn(pwmPin, HIGH, 25000);  
  
    if (lebarPulsa > 900 && lebarPulsa < 2200) {  
  
        if (abs((long)lebarPulsa - (long)pulsaTerakhir) > 50) {  
  
            Serial.print("PWM berubah: ");  
            Serial.println(lebarPulsa);  
  
            if (lebarPulsa < 1500) {  
                arahGerak = LOW;  
                perintahGerak = true;  
                Serial.println("Stepper Turun 2 putaran");  
            } else {  
                arahGerak = HIGH;  
                perintahGerak = true;  
                Serial.println("Stepper Naik 2 putaran");  
            }  
  
            pulsaTerakhir = lebarPulsa;  
        }  
    }  
}
```

```
// --- 2. Gerakkan Stepper (BLOCKING) ---  
  
if (perintahGerak) {  
  
    digitalWrite(pinDir, arahGerak); // Set arah motor  
  
    for (int i = 0; i < langkahUntukGerak; i++) {
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
digitalWrite(pinStep, HIGH);
delayMicroseconds(500); // Pulsa HIGH
digitalWrite(pinStep, LOW);
delayMicroseconds(500); // Pulsa LOW
}

perintahGerak = false; // Reset setelah selesai gerak
}

// --- 3. Baca MPU6050 dan Hitung sudut Pitch untuk Servo Stabilizer ---
int16_t ax, ay, az, gx, gy, gz;
mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);

float anglePitch = atan2(ay, az) * 180 / PI - angleOffset;

// --- 4. Low-pass filter untuk membuat gerakan halus ---
filteredAngle = (alpha * anglePitch) + ((1 - alpha) * filteredAngle);

// --- 5. Mapping sudut ke Servo ---
int servoAngle = map(filteredAngle, -45, 45, 0, 90);
servoAngle = constrain(servoAngle, 0, 90);
stabilizerServo.write(servoAngle);

Serial.print("Pitch Angle: "); Serial.println(filteredAngle);

// --- 6. Delay kecil untuk stabilisasi sensor ---
delay(10);
}
```



L - 5 Poster Pengujian Alat

PENGEMBANGAN SISTEM STABILISASI SONAR BERBASIS ARDUINO UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PENGUKURAN KEDALAMAN PADA TSS UNMANNED SURFACE VEHICLE V3



Latar Belakang

Unmanned Surface Vehicle (USV) merupakan teknologi yang digunakan dalam survei batimetri untuk mendapatkan data kedalaman dan topografi dasar perairan. Namun, dalam pengoperasiannya di perairan terbuka, USV sering mengalami gangguan kestabilan akibat gelombang dan arus air, yang menyebabkan posisi dan orientasi sonar berubah-ubah. Hal ini mengakibatkan hasil pembacaan sonar menjadi tidak akurat. Oleh karena itu, diperlukan sistem stabilisasi sonar yang mampu menjaga posisi dan sudut pembacaan agar tetap optimal dalam berbagai kondisi perairan.

Cara Kerja

Sistem bekerja dengan membaca sinyal PWM dari remote control yang diterima oleh Arduino untuk mengatur pergerakan sonar secara vertikal melalui motor stepper, serta menggunakan sensor MPU6050 untuk mendeteksi sudut kemiringan kapal yang kemudian direspons oleh Arduino untuk mengatur motor servo agar posisi sonar tetap tegak lurus ke dasar air, sehingga pembacaan kedalaman tetap stabil meskipun USV mengalami perubahan posisi akibat gelombang.

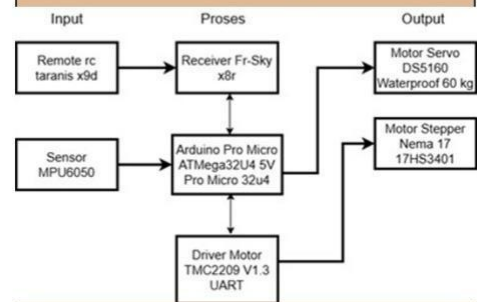
Spesifikasi Alat

No	Nama Alat	Deskripsi Alat
1	Stabilisasi Sonar TSS USV V3	- Panjang 17 cm - Lebar 15 cm - Tinggi 40 cm
2	Bahan	- Carbon pipe 25mm - PLA+ (Filament) - Pcb 5x7

Tujuan

Tujuan dari perancangan alat ini adalah untuk mengembangkan sistem penggerak sonar vertikal menggunakan motor stepper NEMA 17 yang dikendalikan oleh Arduino melalui sinyal PWM dari remote control, sehingga posisi sonar dapat disesuaikan dengan mudah dan pembacaan data sonar menjadi lebih jelas dan akurat saat USV beroperasi.

Blok Diagram



Realisasi Alat





L - 6 SOP Pengujian Alat

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

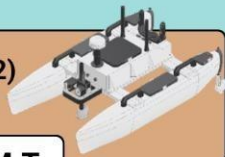
PENGEMBANGAN SISTEM STABILISASI SONAR BERBASIS ARDUINO UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PENGUKURAN KEDALAMAN PADA TSS UNMANNED SURFACE VEHICLE V3



DIRANCANG OLEH :



Fauzan Harits Patrianesha (2203321042)
Taufiq Rahman Raharjo (2203321077)



DOSEN PEMBIMBING : Nuralam, S.T.,M.T.

Alat dan Bahan

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Kapal TSS USV V3 | 7. RC Trasmitter Taranis X9D |
| 2. Arduino Pro Micro | 8. RC Receiver Fr-Sky X8R |
| ATMega32U45V Pro Micro 32U4 | 9. Carbon pipe 25 mm |
| 3. Motor Servo 60 Kg | 10. Sonar Garmin GPSMap 585 |
| 4. Motor Stepper Nema 17 | Plus |
| 5. Sensor MPU6050 | 11. PCB |
| 6. Driver motor TMC2209 | 12. Baterai Li-ion 12V |

Prosedur Pengujian

1. Persiapkan alat dan bahan sesuai kebutuhan.
2. Sambungkan baterai dan aktifkan sistem kapal TSS USV V3.
3. Letakkan kapal di permukaan danau dan nyalakan remote TARANIS X9D.
4. Jalankan kapal dan amati pembacaan sonar saat bergerak.
5. Motor servo akan menyesuaikan posisi sonar berdasarkan data dari sensor MPU6050.
6. Periksa layar sonar untuk memastikan pembacaan kedalaman stabil dan akurat.
7. Jika pembacaan tidak stabil, sesuaikan posisi sonar dengan motor stepper menggunakan remote.
8. Ulangi pengecekan hingga pembacaan sonar kembali normal.