

**PENGUJIAN PERFORMA 2 DEGREE OF FREEDOM
UNDERWATER REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)**

Rian Waldiansyah¹, Setya Permana Sutisna², Anton Royanto Ahmad³

^{1,2,3}Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor
e-mail: rianwaldiansyah@gmail.com

ABSTRAK

Remotely Operated Vehicle (ROV) adalah robot yang dapat bergerak di pesawat yang dikendalikan oleh manusia dari jarak jauh, yang dibuat oleh manusia untuk memfasilitasi pekerjaan manusia untuk eksploitasi bawah air. Penelitian tentang ROV dimaksudkan untuk memungkinkan ROV bergerak sesuai dengan pesanan. Gerakan pada ROV termasuk bergerak maju, mundur, belok kanan dan belok kiri. Sistem kontrol ROV dimulai dengan membuat perintah pada PC (Personal Computer) yang akan memerintahkan dari PC yang akan diterima oleh Mikrokontroler Arduino Uno untuk diteruskan ke L293D Shield Motor dan Modul Bluetooth HC-05 untuk menggerakkan Motor DC pada ROV. Data yang dibuat pada PC dalam bentuk data serial akan dipanggil dan dibaca oleh Mikrokontroler Arduino Uno dan akan dilakukan dengan Bluetooth pada VT SmartPhone, ROV dapat dicocokkan dengan instruksi dari aplikasi pada smartphome dan untuk memasok daya Arduino menggunakan Power Bank. Dari hasil pengujian RPM didapat bahwa nilai rata-rata dari setiap pergerakan ROV (maju, mundur, belok kanan dan kiri) tidak terlalu jauh berbeda. Nilai gerakan maju yaitu 4618 rpm, mundur yaitu 4929 rpm, kanan 6125 rpm, dan kiri 5142 rpm. Selain itu, perbandingan nilai energi kinetik dari setiap pergerakan ROV tidak jauh berbeda. Untuk gerakan maju memiliki energi kinetic 0,0087 J dan gerakan mundur yaitu 0,0041 J.

Kata kunci : *Arduino, Bluetooth Module, L293D Shield Motor, ROV, Smartphone*

ABSTRACT

Remotely Operated Vehicle (ROV) is a robot that can move on a plane controlled by humans remotely, made by humans to facilitate human work for underwater exploitation. Research on the ROV is intended to enable ROV to move in accordance with orders. The movements on the ROV include moving forward, backward, turning right and turning left. The ROV control system starts with making commands on the PC (Personal Computer) that will command from the PC that will be received by the Arduino Uno Microcontroller to be forwarded to the L293D Shield Motor and the Bluetooth HC-05 Module in order to drive the DC Motor on the ROV. Data created on a PC in the form of serial data will be called and read by the Arduino Uno Microcontroller and will be done with Bluetooth on the VT SmartPhone, the ROV can be matched with instructions from the application on the smartphome and to supply Arduino power using Power Bank. Based on the results of RPM testing, it is found that the average value of each ROV movement (forward, backward, turn right and left) is not too different. The value of forward movement is 4618 rpm, backward is 4929 rpm, right is 6125 rpm, and left is 5142 rpm. In addition, the comparison of the kinetic energy values of each ROV movement is not much different. For the forward movement has a kinetic energy of 0.0087 J and a backward movement of 0.0041 J.

Keywords: *Arduino, Personal Computer, PowerBank, L293D Shield Motor, Bluetooth Module, Smartphone.*

1. PENDAHULUAN

Underwater Remotely Operated Vehicle (ROV) adalah robot bawah air yang dioperasikan oleh seseorang dengan menggunakan sinyal elektrik secara bolak-balik antara operator dan

ROV tersebut. Di dalam ROV biasanya terdapat *Charge Coupled Device (CCD)* dan lampu pencahayaan. Beberapa instrumen dapat ditambahkan untuk membantu kinerja dari ROV antara lain manikulator, *water sampler*, dan *Conduktiviy Temperature and Depth (CTD)*.

ROV biasa digunakan untuk membantu penyelam atau memperluas kemampuan manusia untuk menjangkau laut dalam dimana para penyelam sulit bekerja secara aman dan efektif (Gandha & Nurcipto, 2019). Biasanya ROV digunakan untuk melakukan beberapa pekerjaan yaitu infeksi, manipulasi, instalasi dan pemeliharaan peralatan bawah air dan survei bawah laut (Sivcev et al., 2016). Penelitian ROV lain (Gitakarma, Ariawan, & Wigraha, 2014) membuat ROV dengan bobot robot 23 kg kecepatan rata-rata sebesar 21,5 cm/detik. Hal ini dikarenakan bobot robot. Perkembangan ROV di dunia sudah pesat. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi ROV mulai banyak dikembangkan mulai dari ukuran besar sampai ke ukuran yang kecil. Namun sayangnya, perkembangan ini tidak diikuti secara baik di Indonesia. Di Indonesia hanya ada beberapa ROV yang dikembangkan. Kondisi ini yang menyebabkan penulis ingin mengembangkan ROV untuk wahana eksplorasi bawah laut, terutama sebagai bahan edukasi.

Penelitian ini melakukan pengujian pada sistem control pada ROV dengan menggunakan Arduino Uno untuk menggerakkan motor DC agar ROV bisa bergerak maju, mundur, belok kanan dan kiri. Kemudian melakukan pencarian nilai RPM pada setiap motor dan seberapa besar energi kinetiknya.

Manfaat penelitian ini yaitu inovasi dalam desain kerangka dan sistem gerak dengan menggunakan 2 motor untuk menggerakkan ROV sehingga dapat digunakan untuk praktik dan bahan ajar di Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibnu Khaldun Bogor.

2. METODE PENELITIAN

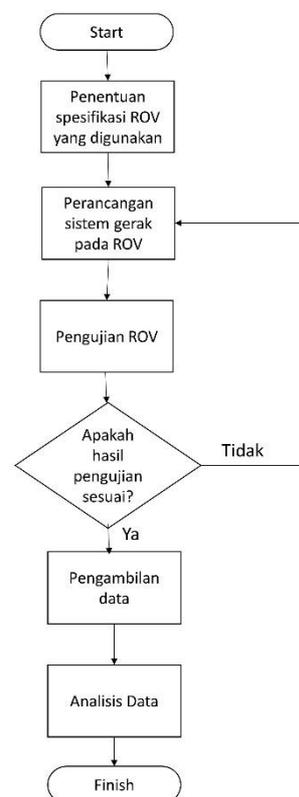
Penelitian ini dilakukan di Lab Sistem Kontrol dan Nano Teknologi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibnu Khaldun Bogor, Jawa Barat. Perancangan sistem control pada ROV, yang mana gerak dari ROV, dikendalikan oleh *mikrokontroler* berdasarkan masukan dari PC. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian diperlihatkan pada Tabel 1.

Gambar 1 menjelaskan alur penelitian. Hal yang pertama dilakukan yaitu menentukan spesifikasi ROV yang digunakan. Setelah itu melakukan perancangan sistem gerak ROV dengan gerakan maju, mundur, belok ke kanan, dan belok ke kiri. Tahap selanjutnya melakukan pengujian terhadap sistem gerak tersebut. Pengujian ini melihat apakah sistem gerak sudah sesuai dengan perintah yang dilakukan dari smartphone. Apabila

belum sesuai, maka kembali pada proses perancangan sistem gerak. Bila hasil pengujian sudah sesuai dilanjutkan dengan proses pengambilan data. Data yang didapatkan berupa kecepatan. Kecepatan ini akan dihitung dari setiap gerakan. Mulai dari gerakan maju, Gerakan mundur, belok ke kanan, dan belok ke kiri. Jarak yang digunakan sudah ditetapkan sebelumnya. Tahap terakhir yaitu melakukan analisis data.

Tabel 1. Bahan Penelitian

Nama Bahan	Jumlah	Satuan
Arduino Uno R3	1	Unit
Motor DC	2	Unit
Kabel Jumper Arduino	1	Unit
Motor Shield L293D	1	Unit
Smartphone	1	Unit
Power Bank	1	Unit
Module Bluetooth	1	Unit

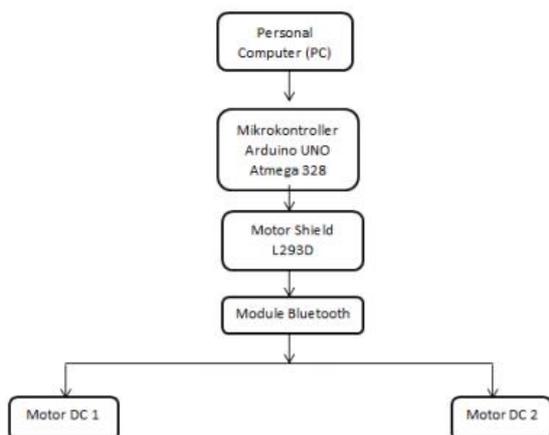


Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1 Perancangan Sistem Kontrol ROV

Dalam perancangan ROV meliputi beberapa komponen utama yaitu komponen input, komponen piranti pengendali (*controller*), dan komponen output. Gambar 2 menunjukkan diagram sistem kendali. Diagram ini dimulai dari komputer,

microcontroller arduino uno, motor shield, dan module bluetooth.



Gambar 2. Diagram sistem pengendali

2.2 Kecepatan linier dan angular

Perhitungan yang dilakukan yaitu kecepatan linear. Kecepatan linier adalah jarak tempuh dibagi dengan waktu tempuh dan panjang lintasan suatu titik yang bergerak melingkar per satuan waktu. Kecepatan linear disebut juga kecepatan tangensial. Satuan kecepatan linear adalah meter/detik. Satuan lain yang dapat digunakan misalnya cm/detik, meter/menit, meter/jam, dan lain sebagainya. Kecepatan linier dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Keterangan :

v = kecepatan (m/s)

s = Jarak perpindahan (m)

t = Waktu (s)

Setelah mencari kecepatan linier, selanjutnya mencari kecepatan sudut (kecepatan *angular*). Kecepatan *angular* ialah besarnya sudut yang ditempuh per satuan waktu, atau sudut tempuh dibagi waktu tempuh. Satuan kecepatan sudut adalah rad/detik. Perhitungan kecepatan sudut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$\text{kecepatan sudut} = \frac{\text{sudut tempuh}}{\text{waktu tempuh}} \quad (2)$$

Menghitung energi kinetik pada ROV, kecepatan pada motor harus diketahui (rpm). Energi kinetic sendiri ialah suatu usaha untuk menggerakkan sebuah benda dari posisi diam hingga mencapai kecepatan tertentu dan untuk

mendapatkan nilai rpm pada motor DC maka dibutuhkan tachometer untuk mengukur rpm motor. Energi kinetic pada ROV dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$E_K = \frac{1}{2} mV^2 \quad (3)$$

Keterangan :

E_k = energi kinetik (joule)

m = massa benda (kg)

V = kecepatan gerak benda (m/s)

Energi kinetik pada gerak rotasi dapat dihitung menggunakan persamaan 4.

$$E_{Kr} = \frac{1}{2} I\omega^2 \quad (4)$$

Keterangan :

E_{kr} = energi kinetik rotasi (joule)

I = momen inersia (kgm^2)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

Penentuan daya ROV dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5.

$$P = f \cdot v \quad (5)$$

Keterangan :

P = daya (hp)

I = gaya (kg)

ω = kecepatan (m/s)

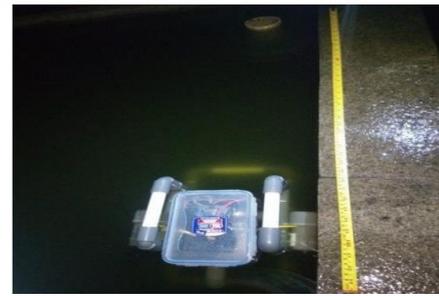
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Remotely Operated Vehicle (ROV)

Pada *Remotely Operated Vehicle* (ROV) terdiri dari 2 motor DC yang berfungsi untuk menggerakkan ROV agar dapat bergerak 2 translasi yaitu maju, mundur, belok kanan dan belok kiri. Metode ini dapat dilakukan dengan membuat sistem kontrol untuk menggerakkan motor DC agar pergerakan motor sesuai dengan aplikasi pada *smartphone*. Gambar 3 menunjukkan bentuk ROV yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. *Remotely Operated Vehicle*



Gambar 4. Gerak Maju

3.2 Pengujian Kecepatan (rpm)

Pengujian kecepatan (rpm) menggunakan *tachometer*. *Tachometer* digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi motor DC. Hasil pengujian kecepatan (rpm) motor DC diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian kecepatan (rpm)

Arah Putaran	Pengujian (rpm)			Rata-Rata
	1	2	3	
Maju	3392	5259	5203	4618
Mundur	5317	5437	4033	4929
Kanan	6377	6198	5800	6125
Kiri	5169	5225	5033	5142

3.3 Pengujian Kecepatan Linier

Pengujian dilakukan dengan cara menaruh ROV pada kolam berisi air dan membiarkan ROV tersebut bergerak maju dan mundur dengan jarak tempuh 100 cm atau 1 m. Waktu kecepatan yang didapat dari pergerakan ROV dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian kecepatan linier

Arah ROV	Pengujian (s)			Rata-Rata	Kecepatan (m/s)
	1	2	3		
Maju	10,55	11,27	12,42	11,41	0,087
Mundur	18,76	15,44	15,77	16,65	0,06

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian kecepatan linier pergerakan pada ROV dengan jarak tempuh 1 m dengan pergerakan maju dan mundur. Gambar 4 dan 5 adalah gambaran pergerakan ROV maju dan mundur. Dapat diambil kesimpulan bahwa setiap kali melakukan pengujian kecepatan pada ROV selama 3 kali pengujian, jeda waktu yang didapat tidak jauh berbeda yaitu antara 0,087 m/s dengan 0,06 m/s.



Gambar 5. Gerak mundur

3.4 Kecepatan Kinetik atau Energi Kinetik

Pada Gambar 5 menunjukkan berat keseluruhan pada rangka ROV sebesar 2,3 kg dan untuk mencari energi kinetik menggunakan persamaan 3 yang mana nilai kecepatan diambil dari tabel 3. Hasil perhitungan energi kinetik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan energi kinetik

Gerakan	Energi Kinetik yang Dihasilkan (Joule)
Maju/ Depan	0,0087
Mundur/ belakang	0,0041

3.5 Pengujian Kecepatan Sudut (Kecepatan Angular)

Pada kasus ini pengujian dilakukan dengan cara menaruh ROV di dalam air dan menggerakannya secara rotasi untuk menemukan waktu yang dibutuhkan oleh ROV untuk bergerak secara rotasi dalam sudut 90°, 180° dan 360°.

Tabel 5 menunjukkan tentang berapa lama waktu yang ditempuh ROV untuk dapat bergerak rotasi ke kanan dan ke kiri dengan sudut 90°, 180°, serta 360°. Gambar 6, 7, dan 8 merupakan gambar ROV saat melakukan gerakan rotasi. Dapat diketahui bahwa waktu tempuh yang diperlukan ROV untuk bergerak secara rotasi ke kanan dan ke kiri tidak memerlukan waktu yang terlalu lama dan perbedaan waktu antar setiap sudut tidak terlalu jauh berbeda..

Tabel 5. Waktu tempuh ROV terhadap sumbu putar

Arah	Derajat	Waktu (s)
Kanan	90 ⁰	5,09
Kanan	180 ⁰	7,07
Kanan	360 ⁰	13,37
Kiri	90 ⁰	3,78
Kiri	180 ⁰	6,88
Kiri	360 ⁰	12,01

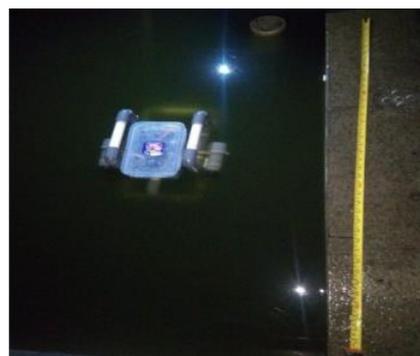


Gambar 6. Rotasi sudut 90°



Gambar 7. Rotasi sudut 180°

Penentuan energi kinetik gerak rotasi dengan menggunakan persamaan 4 dengan nilai kecepatan sudut diambil dari hasil perhitungan pada Tabel 5. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 8. Rotasi sudut 360°

Tabel 6. Hasil perhitungan energi kinetik gerak rotasi

Arah	Derajat	Energi Kinetik Gerak Rotasi (Joule)
Kanan	90 ⁰	29,79
Kanan	180 ⁰	57,48
Kanan	360 ⁰	205,57
Kiri	90 ⁰	16,43
Kiri	180 ⁰	54,43
Kiri	360 ⁰	165,87

3.6 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Salah satu penelitian terbaru terkait desain ROV yaitu penelitian yang dilakukan oleh Wiryadinata, et al (2017). Penelitian Wiryadinata, et al (2017) tentang perancangan ROV dengan penggunaan 3 DoF. Kecepatan yang dihasilkan oleh ROV 3 DoF yaitu untuk gerakan ke bawah sebesar 0,032 m/s dan gerakan ke atas sebesar 0,042 m/s (Wiryadinata, et al., 2017). Kecepatan yang dihasilkan pada penelitian ini sudah cukup baik yaitu untuk gerakan maju 0,087 m/s dan gerakan mundur yaitu 0,06 m/s.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan *Remotely Operated Vehicle* berbasis Android maka dapat diambil kesimpulan dari hasil pengujian RPM didapat bahwa nilai rata-rata dari setiap pergerakan ROV (maju, mundur, belok kanan dan kiri) tidak terlalu jauh berbeda. Nilai gerakan maju yaitu 4618 rpm, mundur yaitu 4929 rpm, kanan 6125 rpm, dan kiri 5142 rpm.

Selain itu, pergerakan ROV belum dapat sesuai dengan arahan dari *smartphone*. Terkadang

apa yang diperintahkan melalui smartphone berkebalikan dengan yang dilakukan oleh ROV.

Perbandingan nilai energi kinetik dari setiap pergerakan ROV tidak jauh berbeda. Untuk gerakan maju memiliki energi kinetik 0,0087 *J* dan gerakan mundur yaitu 0,0041 *J*.

Berdasarkan hasil implementasi yang diperoleh untuk pengembangan lebih lanjut ada beberapa saran agar alat ini dapat berkerja lebih baik, yaitu pemilihan *part*, seperti pemilihan *Arduino/ Motor shield* karena apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan *part* maka itu akan sangat mempengaruhi kinerja dari ROV itu sendiri. Selain itu, pemrograman dari Arduino ke aplikasi pada smartphone harus lebih dicermati lagi agar pergerakan ROV bisa sesuai terhadap perintah yang dilakukan dari smartphone. Persiapan penggunaan daya baterai yang cukup besar karena pergerakan di dalam air membutuhkan daya yang cukup besar. Hasil analisis untuk membandingkan satu sama lain dengan uji signifikansi bisa dengan bantuan uji statistic, seperti uji sampel atau ANOVA.

REFERENSI

- Gandha, G. I., & Nurcipto, D. (2019). The Newton's Polynomials Interpolation Based-Error Correction Method for Low-Cost Dive Altitude Sensor in Remotely Operated Underwater Vehicle (ROV). *Jurnal Infotel*, 11(1), 1–7.
- Gitakarma, M. S., Ariawan, K. udy, & Wigraha, N. A. (2014). Alat Bantu Survey Bawah Air Menggunakan Amoba, Robot Berbasis ROV. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 3(2), 392–409. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v3i2.4476>
- Sivcev, S., Coleman, J., Adley, D., Dooly, G., Omerdic, E., & Toal, D. (2016). Closing the gap between industrial robots and underwater manipulators. *OCEANS 2015 - MTS/IEEE Washington*.
- Wiryaninata, R., Nurliany, A. S., Muttakin, I., & Firmansyah, T. (2017). Design of a Low Cost Remotly Operated Vehicle with 3 Dof Navigation. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 6(1), 13-23.