



PERANCANGAN SISTEM KENDALI DAN NAVIGASI PADA PROTOTYPE UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV)

Alauddin Y^{1*}, Zaldi², Muhamamd Zainal³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Dikirim: 20 Mei 2023

Revisi: 8 Juni 2023

Diterima: 11 Juni 2023

Tersedia online: 11 Juni 2023

Keywords:

navigasi; USV; remote kontrol; kecepatan motor

*Penulis Korespondensi:

Alauddin Y
Program Studi Teknik
Elektro, Universitas
Muhammadiyah Parepare,
Jl Jenderal Ahmad Yani
KM. 6, Kota Parepare,
Indonesia.

Email:
alauddinyunus@gmail.com

ABSTRACT

This research is motivated by the development of technology at this time, namely, a tool that can be mobile and navigate on the water surface, in the form of a boat prototype and also known as an unmanned surface vehicle (USV). Based on this background, the purpose of this research is to use a type of experimental research that aims to determine the design of the prototype mechanical system, electronic circuit and control and design of the USV movement control system. By using experimental research methods, namely system design and tool making as research media, this tool design uses a remote control circuit, Arduino Mega 2560 microcontroller, Arduino Nano microcontroller, NRF24L01 wireless module circuit, Arduino joystick circuit, L298N motor driver circuit, I2C LCD circuit, and dc motor circuit. From the tool designed, the Arduino Nano will receive and process data from the joystick and then send it through the NRF24L01 transmitter on the remote control. Then received by the NRF24L01 receiver on the USV prototype. The data received by the receiver will be processed by Arduino Mega 2560. Furthermore, the data is sent to the L298N Motor Driver. The driver will adjust the speed of the DC motor with PWM (Pulse Width Modulation) technique. The results of research testing the design of the control and navigation system on the USV prototype, namely testing Remote control and movement of the USV prototype, there are 6 movements that will be carried out, namely testing forward movement, backward movement, right turn movement, left turn movement, movement turning to the right, and movement turning to the left. The second test is a test that aims to find out how far the maximum distance is connected between the two NRF24L01 communication modules and the results obtained are a maximum distance of 80 meters without obstructions and a distance of 60 meters when there are obstacles.

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh perkembangan teknologi pada saat ini yaitu, suatu alat yang dapat mobile dan bernavigasi di permukaan air, berupa prototype perahu dan juga dikenal dengan sebutan unmanned surface vehicle (USV). Berdasarkan latar belakang tersebut maka, tujuan dari penelitian ini yaitu menggunakan jenis penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui rancangan sstem mekanik prototype, rangkaian elektronika dan kendali serta rancangan sistem kendali pergerakan USV. Dengan menggunakan metode peneltian ekperimental yakni perancangan sistem dan pembuatan alat sebagai media penelitian, perancangan alat ini menggunakan rangkaian Remote kontrol, mikrokontroler Arduino Mega 2560, mikrokontroler Arduino Nano, rangkaian modul wireless NRF24L01, rangkaian joystick Arduino, rangkaian driver motor L298N, rangkaian LCD I2C, dan rangkaian motor dc. Dari alat yang dirancang Arduino Nano akan menerima dan mengolah data dari joystick kemudian dikirim melalui transmitter NRF24L01 pada Remote kontrol. Kemudian diterima oleh receiver NRF24L01 pada prototype USV. Data yang diterima oleh receiver akan di olah Arduino Mega 2560. Selanjutnya data dikirim ke Driver Motor L298N. Driver tersebut akan mengatur kecepatan motor DC dengan teknik PWM (Pulse Width Modulation). Hasil penelitian pengujian perancangan sistem kendali dan navigasi pada prototype USV yaitu pengujian Remote kontrol dan pergerakan prototype USV, ada 6 pergerakan yang akan dilakukan yaitu pengujian pergerakan maju, pergerakan mundur, pergerakan belok kanan, pergerakan belok kiri, pergerakan berputar ke kanan, dan pergerakan berputar ke kiri. pengujian kedua yaitu pengujian yang bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh jarak maksimal terhubung antara kedua modul komunikasi NRF24L01 dan hasil yang didapatkan yakni jarak maksimal 80 meter tanpa penghalang dan jarak 60 meter ketika ada penghalang.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. PENDAHULUAN

Di era perkembangan teknologi robotika ini, tidak lepas dengan perancangan *prototype* yang bergerak dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali agar *prototype* yang dirancang dapat berjalan dengan arah tujuan yang jelas. Dimana mikrokontroler merupakan salah satu teknologi dengan berbagai macam tipe dan fungsi yang berbeda-beda. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk berbagai jenis tugas dalam bidang aplikasi yang berbeda yaitu *Unmanned Surface Vehicle* (USV) [1].

Unmanned Surface Vehicle (USV) merupakan wahana yang sering digunakan dalam aplikasi *search and rescue* (SAR) serta dapat melalui area yang tidak terstruktur dan kasar pada saat proses penyelamatan atau pencarian. Dalam proses penyelamatan USV ini dapat melewati area perairan yang terkontaminasi bahan zat kimia, biologi dan juga nuklir serta perairan yang memiliki tingkat ancaman yang tinggi. *Prototype* dilengkapi dengan sensor-sensor, berukuran kecil, memiliki mobilitas tinggi untuk memenuhi tugasnya dengan baik [2]. *Unmanned Surface Vehicle* (USV) berupa *prototype* perahu, *prototype* ini dapat beroperasi di permukaan air tanpa menggunakan operator dan memungkinkan mode baru operasi. Alat ini merupakan wahana baru dan mulai dikembangkan di Indonesia serta didemonstrasikan oleh laboratorium akademik [3].

Arduino merupakan salah satu jenis papan (*board*) yang berisi mikrokontroler yang banyak digunakan, yaitu hanya seukuran kartu credit yang dilengkapi dengan sejumlah pin dan dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain, dengan spesifikasi baru yang dimiliki Arduino Mega 2560 yakni 1.0 *pinout*, sirkuit *reset*, Chip ATmega 16U2 menggantikan Chip ATmega 8U2 [4]. Arduino Nano memiliki fungsi yang kurang sama dengan Arduino Uno, tetapi dalam *packaging* yang berbeda. Salah satu *board* yang menggunakan IC ATmega 328P merupakan *board* mikrokontroler yang berukuran kecil yang biasa juga disebut dengan Arduino Nano yang bekerja dengan kabel USB dan bukan yang standar [5]. Modul Wireless NRF24L01 memiliki kecepatan data sampai 2 MBps, modul ini memiliki 3 opsi data dari rentang yaitu 250 Kbps, 1 Mbps, dan 2 Mbps serta dilengkapi *Low Noise Amplified an Power amplifie* dengan begitu jarak yang dapat di transfer semakin jauh dan lebih stabil. Modul ini dapat beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz, yang artinya merupakan modul *transceiver* nirkabel dimana setiap modul dapat menerima dan mengirim data [6].

Komponen elektronik yang dipergunakan untuk mengontrol putaran motor DC yaitu *driver* motor

L298n. Untuk mengontrol dua buah motor DC dapat menggunakan satu buah L298n dan selain itu bisa juga dipergunakan untuk *driver* motor *stepper* bipolar. PWM (*pulse width modulation*) merupakan teknik untuk kecepatan rotasi yang bervariasi level highnya yang diinputkan dari mikrokontroler melalui pin *Enable* [7]. Motor DC (*Direct Current*) adalah perangkat elektromagnetis yang dapat merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Untuk memenuhi kebutuhan suatu aplikasi yaitu memerlukan motor arus searah digunakan dimana kontrol torsi dan kecepatan dengan rentang yang lebar [8].

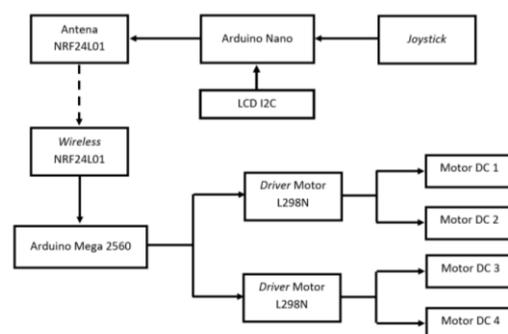
Rancang bangun *Unmanned Surface Vehicle* berbasis *adaptive morphology* di air dan darat, berdasarkan penelitian ini dibuat USV berbasis *adaptive morphology*, dimana salah satu dari struksur bagian *prototype* dapat melakukan beberapa gerakan di lingkungan yang berbeda-beda. Untuk memenuhi tujuan multi-modal *locomotion*, *prototype* ini didesain dengan menggabungkan sistem *mobile* dan sistem *unmanned surface vehicle* (USV) [9]. *Prototype Unmanned Surface Vehicle* (USV) desan analisis sistem instrumentasi pemantauan perairan berbasis telemetri. Pada perancangannya *prototype* ini dengan menginisiasi semua sistem dikendalikan secara jarak jauh tanpa awak oleh operator, aktivitas ini berlangsung pada saat *prototype* USV diaktifkan dan dalam mode *standby* [10].

Pada saat ini penelitian mengenai *Unmanned Surface Vehicle* (USV) sangat berkembang pesat di Negara Indonesia. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini yaitu merancang sistem mekanik, merancang rangkaian elektronik dan kendali serta merancang sistem kendali pergerakan.

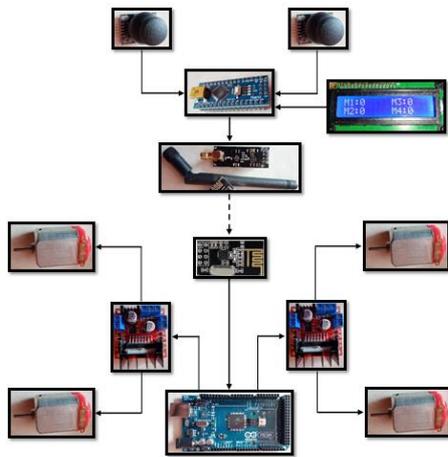
II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Elektro Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. Adapun waktu penelitian dilakukan selama 6 (enam) bulan.

Rancangan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 Blok Diagram Sistem dan Gambar 2 perancangan sistem keseluruhan di bawah ini :



Gambar 1. Blok Diagram Sistem



Gambar 2. Perancangan Sistem Keseluruhan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, Modul *wireless* NRF24L01, Arduino Nano, Joystick, LCD I2C, Arduino Mega 2560, Driver Motor L298N, Motor DC, Arduino Mega 2560.

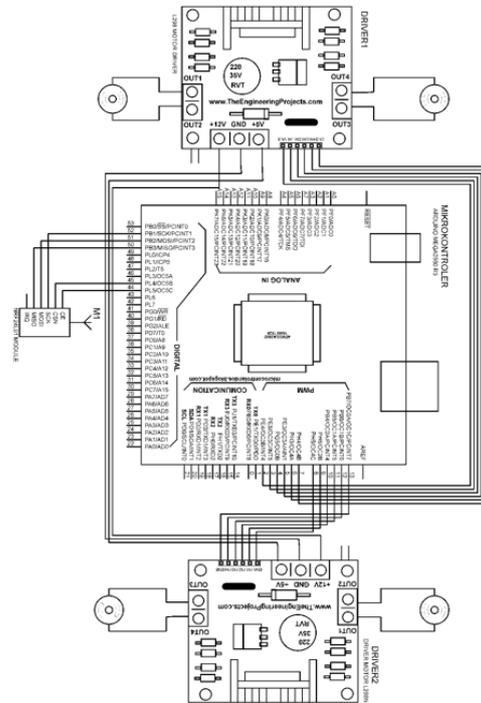
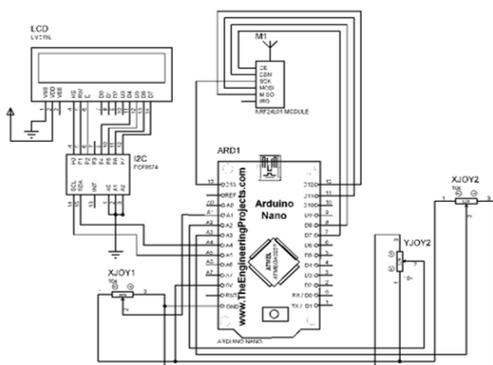
Teknik pengambilan data pada penelitian ini dilakukan untuk mengambil data yaitu dengan cara mengamati pergerakan *prototype* USV pada saat bermanuver di atas permukaan air. Kombinasi pergerakan dari 4 (empat) buah motor DC akan mempengaruhi pergerakan dari *prototype*. Dengan adanya keseimbangan kecepatan dari motor DC yang digunakan, akan membuat *prototype* dapat bermanuver di permukaan air dengan baik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem kendali dan navigasi pada *prototype Unmanned Surface Vehicle (USV)* pada dasarnya terbagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu Perancangan *Hardware* (Perangkat Keras) dan Perancangan *Software* (Perangkat Lunak).

A. Perancangan Hardware

Perancangan sistem kendali dan navigasi pada *prototype USV* secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Rangkaian Sistem Kendali dan Navigasi *Prototype* USV

Pada perancangan rangkaian Mikrokontroler Arduino Mega 2560 pin yang digunakan yaitu pin 3, 4, 6, dan 7 dihubungkan ke IN1, IN2, IN3, dan IN4 pada *Driver* L298N pertama (sebelah kiri). Kemudian pin 8, 9, 10 dan 11 pada Arduino Mega 2560 dihubungkan ke IN1, IN2, IN3, dan IN4 pada *Driver* L298N kedua (sebelah kanan). Selanjutnya rangkaian pada Arduino Mega 2560 ke modul komunikasi NRF24L01, pin 44 dihubungkan pin CE (*Chip Enable*). Pin 45 dihubungkan ke pin CSN (*Chip Select Not*), pin 50 dan 51 dihubungkan ke pin MISO dan MOSI, dan pin 52 dihubungkan ke pin SCK.

Berikut adalah tabel pola penyambungan pada Remote kontrol dan *prototype* USV dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Pola Penyambungan Remote Kontrol

Arduino Nano	Joystick 1	Joystick 2	Modul NRF24L01	LCD I2C	Catu Daya
A1	VRx	-	-	-	-
A2	-	VRy	-	-	-
A3	-	VRx	-	-	-
A4	-	-	-	SDA	-
A5	-	-	-	SCL	-
D7	-	-	CE	-	-
D8	-	-	CSN	-	-
D11	-	-	MOSI	-	-
D12	-	-	MISO	-	-
D13	-	-	SCK	-	-
5 V	VCC	VCC	-	VCC	7,4 V
3,3 V	-	-	VCC	-	-
GND	GND	GND	GND	GND	GND

Tabel 2. Pola Penyambungan *Prototype* USV

Arduino Mega 2560	Modul NRF24 L01	Driver Motor L298N (1)	Driver Motor L298N (2)	Motor DC	Catu Daya
2	-	ENA	-	-	-
3	-	IN1	-	-	-
4	-	IN2	-	-	-
5	-	IN3	-	-	-
6	-	IN4	-	-	-
7	-	ENB	-	-	-
-	-	Out 1,	-	Motor 1	-
-	-	Out 2	-	-	-
-	-	Out 3,	-	Motor 2	-
-	-	Out 4	-	-	-
8	-	-	ENA	-	-
9	-	-	IN1	-	-
10	-	-	IN2	-	-
11	-	-	IN3	-	-
12	-	-	IN4	-	-
13	-	-	ENB	-	-
-	-	Out 1,	-	Motor 3	-
-	-	Out 2	-	-	-
-	-	Out 3,	-	Motor 4	-
-	-	Out 4	-	-	-
44	CE	-	-	-	-
45	CSN	-	-	-	-
50	MISO	-	-	-	-
51	MOSI	-	-	-	-
52	SCK	-	-	-	-
3,3 V	VCC	-	-	-	-
GND	GND	GND	GND	-	GND
5 V	-	5 V	5 V	-	-
-	-	12 V	12 V	-	14,8 V

Adapun rancangan mekanik pada sistem kendali dan navigasi pada *prototype* USV sebagai berikut :

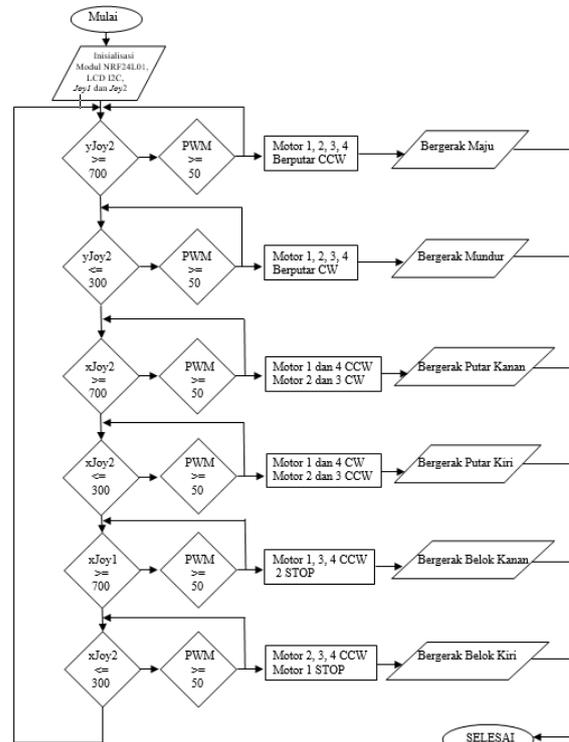
Gambar 4. Rancangan Mekanik Sistem Kendali dan Navigasi pada *Prototype* USV.

B. Perancangan Software

Perancangan *Software* atau perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan sebuah aplikasi yang telah di-*install* pada komputer yaitu aplikasi Arduino IDE. Perancangan *Software* ini bertujuan untuk mengatur kinerja dari Remote Kontrol dan USV dengan memberikan instruksi yang dimasukkan ke

dalam mikrokontroler. Kode program yang telah dibuat pada aplikasi Arduino IDE akan di-*upload* masuk ke perangkat mikrokontroler, dalam hal ini mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini yaitu mikrokontroler Arduino Nano dan Mikrokontroler Arduino Mega 2560.

Adapun diagram alir pada perancangan ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

C. Pengujian Remote Kontrol dan Pergerakan *Prototype* USV

Ada 6 (enam) pengujian remote kontrol dan pergerakan pada penelitian perancangan sistem kendali dan navigasi pada *prototype* USV yaitu pengujian pergerakan maju, pergerakan mundur, pergerakan belok kanan, pergerakan belok kiri, pergerakan putar kanan, dan pergerakan putar kiri.



Gambar 6. Pengujian Alat

1. Pengujian Pergerakan Maju

Dapat dilihat pada tabel 3, data yang dikumpulkan yaitu nilai X Joystick 1 (XJ1), Y Joystick 2 (YJ2), X Joystick 2 (XJ2), PWM M1, PWM M2, PWM M3, dan PWM M4. Hasil dari pengujian Remote kontrol pergerakan maju, dimana ketika data nilai YJ2 yang dihasilkan pada Arduino lebih dari 700, maka 4 (empat) buah motor DC pada *prototype* USV akan berputar berlawanan arah jarum jam sehingga *prototype* USV bergerak maju.

Tabel 3. Pengujian Pergerakan Maju

Percobaan	XJ1	YJ2	XJ2	PWM M1	PWM M2	PWM M3	PWM M4
1	507	700	514	0	0	0	0
2	507	740	514	32	32	32	32
3	507	780	514	64	64	64	64
4	507	820	514	95	95	95	95
5	507	860	514	127	127	127	127
6	507	900	514	158	158	158	158
7	507	930	514	182	182	182	182
8	507	960	514	206	206	206	206
9	507	990	514	229	229	229	229
10	507	1023	514	255	255	255	255

Pada tabel 3 dapat kita lihat bahwa pada kondisi awal tuas *joystick* berada di tengah, jadi harusnya berada pada nilai 512 tetapi karena adanya faktor umur dan kalibrasi dari *joystick* yang tidak pas, sehingga mendapatkan nilai 507 pada X Joystick 1 dan nilai 514 pada X Joystick 2. Nilai Y Joystick 2 akan digerakkan vertikal ke atas untuk menggerakkan 4 (empat) buah Motor DC pada *prototype* USV dengan arah berlawanan dengan arah jarum jam (CCW) sehingga *prototype* USV bergerak maju. Di dalam *sketch* pemrograman, nilai PWM yang diberi simbol M1, M2, M3, dan M4 diatur menggunakan metode *Mapping* yang artinya nilai PWM akan berubah berdasarkan nilai pada *Joystick*. Ketika pergerakan maju, telah diatur bahwa nilai PWM yang ada pada rentang nilai 0-255 akan berubah mengikuti besarnya nilai *joystick* pada Remote control yaitu nilai 700-1023. Nilai PWM akan memiliki respon (besar nilainya berubah) apabila nilai *joystick* lebih dari nilai 700. Besarnya nilai *joystick* berbanding lurus dengan besarnya nilai PWM. Semakin besar nilai *joystick*, maka nilai PWM akan semakin besar dan membuat putaran motor DC akan semakin kencang.

2. Pengujian Pergerakan Mundur

Dapat dilihat pada tabel 4, data yang dikumpulkan yaitu nilai X Joystick 1 (XJ1), Y Joystick 2 (YJ2), X Joystick 2 (XJ2), PWM M1, PWM M2, PWM M3, dan PWM M4.

hasil pengujian Remote kontrol pergerakan mundur, dimana ketika nilai YJ2 yang dihasilkan pada Arduino kurang dari 300, maka 4 (empat) buah motor DC pada *prototype* USV akan berputar searah dengan jarum jam sehingga *prototype* USV bergerak mundur.

Tabel 4. Pengujian Pergerakan Mundur

Percobaan	XJ1	YJ2	XJ2	PWM M1	PWM M2	PWM M3	PWM M4
1	507	300	514	0	0	0	0
2	507	270	514	26	26	26	26
3	507	240	514	51	51	51	51
4	507	210	514	77	77	77	77
5	507	180	514	102	102	102	102
6	507	150	514	128	128	128	128
7	507	120	514	153	153	153	153
8	507	90	514	179	179	179	179
9	507	60	514	204	204	204	204
10	507	8	514	249	249	249	249

Pada tabel 4 dapat kita lihat bahwa pada kondisi awal tuas *joystick* berada di tengah, jadi harusnya berada pada nilai 512 tetapi karena adanya faktor umur dan kalibrasi dari *joystick* yang tidak pas, sehingga mendapatkan nilai 507 pada X Joystick 1 dan nilai 514 pada X Joystick 2. Nilai Y Joystick 2 akan digerakkan vertikal ke bawah untuk menggerakkan 4 (empat) buah Motor DC pada *prototype* USV searah dengan jarum jam (CW) sehingga *prototype* USV bergerak mundur. Di dalam *sketch* pemrograman, nilai PWM yang diberi simbol M1, M2, M3, dan M4 diatur menggunakan metode *Mapping* yang artinya nilai PWM akan berubah berdasarkan nilai pada *Joystick*. Ketika pergerakan mundur, telah diatur bahwa nilai PWM yang ada pada rentang nilai 0-255 akan berubah mengikuti besarnya nilai *joystick* pada Remote control yaitu nilai 300-0. Nilai PWM akan memiliki respon (besar nilainya berubah) apabila nilai *joystick* kurang dari nilai 300. Besarnya nilai *joystick* berbanding terbalik dengan besarnya nilai PWM. Semakin kecil nilai *joystick*, maka nilai PWM akan semakin besar dan membuat putaran motor DC akan semakin kencang.

3. Pengujian Pergerakan Belok Ke Kanan

Dapat dilihat pada tabel 5, data yang dikumpulkan yaitu nilai X Joystick 1 (XJ1), Y Joystick 2 (YJ2), X Joystick 2 (XJ2), PWM M1, PWM M2, PWM M3, dan PWM M4. hasil pengujian Remote kontrol pergerakan belok ke kanan, ketika XJ1 yang dihasilkan pada Arduino lebih dari 700, maka motor 1, motor 3, dan motor 4 akan berputar berlawanan arah dengan arah jarum jam sedangkan motor 2 akan berhenti sehingga memberikan

kekuatan pada USV sebelah kiri untuk maju 2x lebih kuat dari kekuatan USV sebelah kanan dan membuat USV akan bergerak berbelok ke kanan.

Tabel 5. Pengujian Pergerakan Belok Kanan

Percobaan	XJ1	YJ2	XJ2	PWM M1	PWM M2	PWM M3	PWM M4
1	700	534	514	0	0	0	0
2	740	534	514	32	0	32	32
3	780	534	514	64	0	64	64
4	820	534	514	95	0	95	95
5	860	534	514	127	0	127	127
6	900	534	514	158	0	158	158
7	930	534	514	182	0	182	182
8	960	534	514	206	0	206	206
9	990	534	514	229	0	229	229
10	1009	534	514	244	0	244	244

Pada tabel 5 dapat kita lihat bahwa pada kondisi awal tuas *joystick* berada di tengah, jadi harusnya berada pada nilai 512 tetapi karena adanya faktor umur dan kalibrasi dari *joystick* yang tidak pas, sehingga mendapatkan nilai 534 pada Y *Joystick* 2 dan nilai 514 pada X *Joystick* 2. Nilai X *Joystick* 1 akan digerakkan secara horizontal ke kanan untuk menggerakkan 3 (tiga) buah Motor DC pada *prototype* USV dengan arah berlawanan dengan arah jarum jam (CCW) yaitu Motor 1 (M1), Motor 3 (M3) dan Motor 4 (M4), kemudian Motor 2 (M2) akan berhenti (STOP) sehingga *power* yang dihasilkan *prototype* USV bagian kiri akan 2x lebih kuat daripada bagian kanan sehingga *prototype* USV berbelok ke kanan. Di dalam *sketch* pemrograman, nilai PWM yang diberi simbol M1, M3, dan M4 diatur menggunakan metode *Mapping* yang artinya nilai PWM akan berubah berdasarkan nilai pada *Joystick*. Ketika pergerakan berbelok ke kanan, telah diatur bahwa nilai PWM yang ada pada rentang nilai 0-255 akan berubah mengikuti besarnya nilai *joystick* pada Remote kontrol yaitu nilai 700-1023. Nilai PWM akan memiliki respon (besar nilainya berubah) apabila nilai *joystick* lebih dari nilai 700. Besarnya nilai *joystick* berbanding lurus dengan besarnya nilai PWM. Semakin besar nilai *joystick*, maka nilai PWM akan semakin besar dan membuat putaran motor DC akan semakin kencang.

4. Pengujian Pergerakan Berbelok Ke Kiri

Dapat dilihat pada tabel 6, data yang dikumpulkan yaitu nilai X *Joystick* 1 (XJ1), Y *Joystick* 2 (YJ2), X *Joystick* 2 (XJ2), PWM M1, PWM M2, PWM M3, dan PWM M4. hasil pengujian Remote kontrol pergerakan belok ke kiri dimana ketika XJ1 yang dihasilkan pada Arduino kurang dari 300, maka motor 2, motor 3 dan motor 4

akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam sedangkan motor 1 akan berhenti sehingga memberikan kekuatan pada USV sebelah kanan untuk maju 2 kali lebih kuat dari kekuatan USV sebelah kiri membuat USV akan bergerak berbelok ke kiri.

Tabel 6. Pengujian Belok Kiri

Percobaan	XJ1	YJ2	XJ 2	PWM M1	PWM M2	PWM M3	PWM M4
1	300	534	514	0	0	0	0
2	270	534	514	0	26	26	26
3	240	534	514	0	51	51	51
4	210	534	514	0	77	77	77
5	180	534	514	0	102	102	102
6	150	534	514	0	128	128	128
7	120	534	514	0	153	153	153
8	90	534	514	0	179	179	179
9	60	534	514	0	204	204	204
10	0	534	514	0	255	255	255

Pada tabel 6 dapat kita lihat bahwa pada kondisi awal tuas *joystick* berada di tengah, jadi harusnya berada pada nilai 512 tetapi karena adanya faktor umur dan kalibrasi dari *joystick* yang tidak pas, sehingga mendapatkan nilai 534 pada Y *Joystick* 2 dan nilai 514 pada X *Joystick* 2. Nilai X *Joystick* 1 akan digerakkan secara horizontal ke kiri untuk menggerakkan 3 (tiga) buah Motor DC pada *prototype* USV dengan arah berlawanan dengan arah jarum jam (CCW) yaitu Motor 2 (M2), Motor 3 (M3) dan Motor 4 (M4), kemudian Motor 1 (M1) akan berhenti (STOP) sehingga *power* yang dihasilkan *prototype* USV bagian kanan akan 2x lebih kuat daripada bagian kanan sehingga *prototype* USV berbelok ke kiri. Di dalam *sketch* pemrograman, nilai PWM yang diberi simbol M2, M3, dan M4 diatur menggunakan metode *Mapping* yang artinya nilai PWM akan berubah berdasarkan nilai pada *Joystick*. Ketika pergerakan berbelok ke kiri, telah diatur bahwa nilai PWM yang ada pada rentang nilai 0-255 akan berubah mengikuti besarnya nilai *joystick* pada Remote kontrol yaitu nilai 300-0. Nilai PWM akan memiliki respon (besar nilainya berubah) apabila nilai *joystick* kurang dari nilai 300. Besarnya nilai *joystick* berbanding terbalik dengan besarnya nilai PWM. Semakin kecil nilai *joystick*, maka nilai PWM akan semakin besar dan membuat putaran motor DC akan semakin kencang.

5. Pengujian Berputar ke Kanan

Dapat dilihat pada tabel 7, data yang dikumpulkan yaitu nilai X *Joystick* 1 (XJ1), Y *Joystick* 2 (YJ2), X *Joystick* 2 (XJ2), PWM M1, PWM M2, PWM M3, dan PWM M4. hasil pengujian Remote kontrol pergerakan berputar ke kanan, ketika XJ2 yang dihasilkan pada Arduino lebih dari 700, maka *Driver* motor L298N sebelah kiri akan

menggerakkan 2 (dua) buah motor DC yang ada pada bagian *prototype* USV sebelah kiri berputar berlawanan jarum jam untuk maju, sedangkan *Driver* motor L298N sebelah kanan akan menggerakkan 2 (dua) buah motor DC yang ada pada bagian *prototype* USV sebelah kanan berputar searah dengan jarum jam untuk mundur sehingga *prototype* USV akan bergerak berputar ke kanan.

Tabel 7. Pengujian Pergerakan Berputar Ke Kanan

Percobaan	XJ1	YJ2	XJ 2	PWM M1	PWM M2	PWM M3	PWM M4
1	508	533	700	0	0	0	0
2	508	533	740	32	32	32	32
3	508	533	780	64	64	64	64
4	508	533	820	95	95	95	95
5	508	533	860	127	127	127	127
6	508	533	900	158	158	158	158
7	508	533	930	182	182	182	182
8	508	533	960	206	206	206	206
9	508	533	990	229	229	229	229
10	508	533	1023	255	255	255	255

Pada tabel 7, dapat kita lihat bahwa pada kondisi awal tuas *joystick* berada di tengah, jadi harusnya berada pada nilai 512 tetapi karena adanya faktor umur dan kalibrasi dari *joystick* yang tidak pas, sehingga mendapatkan nilai 508 pada X *Joystick* 1 dan nilai 533 pada Y *Joystick* 2. Nilai X *Joystick* 2 akan digerakkan secara horizontal ke kanan untuk menggerakkan 2 (dua) buah Motor DC pada *prototype* USV dengan arah berlawanan dengan arah jarum jam (CCW) yaitu Motor 1 (M1) dan Motor 4 (M4) untuk bergerak maju, kemudian Motor 2 (M2) dan Motor 3 (M3) akan berputar searah dengan jarum jam (CW) untuk bergerak mundur sehingga *prototype* USV akan berputar ke kanan. Di dalam *sketch* pemrograman, nilai PWM yang diberi simbol M1, M2, M3, dan M4 diatur menggunakan metode *Mapping* yang artinya nilai PWM akan berubah berdasarkan nilai pada *Joystick*. Ketika pergerakan berputar ke kanan, telah diatur bahwa nilai PWM yang ada pada rentang nilai 0-255 akan berubah mengikuti besarnya nilai *joystick* pada Remote kontrol yaitu nilai 700-1023. Nilai PWM akan memiliki respon (besar nilainya berubah) apabila nilai *joystick* lebih dari nilai 700. Besarnya nilai *joystick* berbanding lurus dengan besarnya nilai PWM. Semakin besar nilai *joystick*, maka nilai PWM akan semakin besar dan membuat putaran motor DC akan semakin kencang.

6. Pengujian Berputar ke Kiri

Dapat dilihat pada tabel 8, data yang dikumpulkan yaitu nilai X *Joystick* 1 (XJ1), Y *Joystick* 2 (YJ2), X *Joystick* 2 (XJ2), PWM M1, PWM M2, PWM M3, dan PWM M4. Hasil pengujian Remote kontrol pergerakan berputar

ke kiri, ketika nilai zJoy2 yang dihasilkan pada Arduino kurang dari 300, maka *Driver* motor L298N pertama akan menggerakkan 2 (dua) buah motor DC yang ada pada bagian *prototype* USV sebelah kiri akan berputar searah jarum jam untuk mundur, sedangkan *Driver* motor L298N kedua akan menggerakkan 2 (dua) buah motor DC yang ada pada bagian *prototype* USV sebelah kanan akan berputar berlawanan arah jarum jam untuk maju sehingga *prototype* USV akan bergerak berputar ke kiri.

Tabel 8. Pengujian Pergerakan Berputar Ke Kiri

Percobaan	XJ1	YJ2	XJ2	PWM M1	PWM M2	PWM M3	PWM M4
1	508	534	300	0	0	0	0
2	508	533	270	26	26	26	26
3	508	533	240	51	51	51	51
4	508	533	210	77	77	77	77
5	508	533	180	102	102	102	102
6	508	533	150	128	128	128	128
7	508	533	120	153	153	153	153
8	508	533	90	179	179	179	179
9	508	533	60	204	204	204	204
10	508	533	8	249	249	249	249

Pada tabel 8 dapat kita lihat bahwa pada kondisi awal tuas *joystick* berada di tengah, jadi harusnya berada pada nilai 512 tetapi karena adanya faktor umur dan kalibrasi dari *joystick* yang tidak pas, sehingga mendapatkan nilai 508 pada X *Joystick* 1 dan nilai 534 pada Y *Joystick* 2. Nilai X *Joystick* 2 akan digerakkan secara horizontal ke kiri untuk menggerakkan 2 (dua) buah Motor DC pada *prototype* USV dengan arah berlawanan dengan arah jarum jam (CCW) yaitu Motor 2 (M2) dan Motor 3 (M3) untuk bergerak maju, kemudian Motor 1 (M1) dan Motor 4 (M4) akan berputar searah dengan jarum jam (CW) untuk bergerak mundur sehingga *prototype* USV akan berputar ke kiri. Di dalam *sketch* pemrograman, nilai PWM yang diberi simbol M1, M2, M3, dan M4 diatur menggunakan metode *Mapping* yang artinya nilai PWM akan berubah berdasarkan nilai pada *Joystick*. Ketika pergerakan berputar ke kiri, telah diatur bahwa nilai PWM yang ada pada rentang nilai 0-255 akan berubah mengikuti besarnya nilai *joystick* pada Remote kontrol yaitu nilai 300-0. Nilai PWM akan memiliki respon (besar nilainya berubah) apabila nilai *joystick* kurang dari nilai 300. Besarnya nilai *joystick* berbanding terbalik dengan besarnya nilai PWM. Semakin kecil nilai *joystick*, maka nilai PWM akan semakin besar dan membuat putaran motor DC akan semakin kencang.

D. Pengujian Jarak Maksimal Koneksi Remote Kontrol dengan USV

Pengujian jarak maksimal koneksi Remote kontrol dengan *prototype* USV dilakukan di 2 (dua) tempat terpisah, yaitu di daerah yang terbuka tanpa penghalang dan daerah yang memiliki banyak penghalang seperti

gedung, pohon dan penghalang lainnya. Pada pengujian tanpa penghalang jarak maksimal yang dapat ditempuh terkoneksi dengan Remote kontrol yaitu 80 meter sedangkan pengujian dengan penghalang yaitu 60 meter.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh oleh perancangan sistem dan navigasi *prototype* USV, untuk perancangan mekanik perangkat keras yaitu pertama perancangan Remote kontrol yang berfungsi sebagai alat navigasi untuk menggerakkan USV dengan menggunakan modul *joystick* dimana data yang dihasilkan akan diolah ke dalam mikrokontroler arduino nano serta menggunakan NRF24L01 sebagai transmitter. Kedua perancangan *prototype* USV sebagai alat yang dikendalikan oleh Remote kontrol dengan menggunakan modul NRF24L01 sebagai *receiver* selanjutnya arduino Arduino Mega2560 dihubungkan ke *driver* Motor L298N yang memiliki 4 *output* (keluaran) untuk menggerakkan 2 buah motor DC. Untuk merancang rangkaian elektronik dan kendali USV dilakukan dengan menggunakan sebuah aplikasi Arduino IDE. Kecepatan putaran motor DC pada *prototype* USV diatur menggunakan pengaturan nilai PWM, semakin kecil nilai *joystick* maka nilai PWM akan semakin besar dan putaran motor akan semakin kencang begitupun dengan nilai *xJoy2* dan *yJoy2*.

REFERENSI

- [1] S. J. Sokop, D. J. Mamahit & S. R. Sompie. *Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Vol. 5(3), hlm. 13-14, 2016.
- [2] K. Abimanyu & S. Rohman. *Prototype Perahu Pengangkut Sampah Berbasis Pengolahan Citra Garbage Carrier Roboat Based On Image Processing*. TELEKONTRAN. Vol 7(1), hlm. 26, 2019.
- [3] N. F. Satria, S. Kuswadi & E. N. Arifin. *Rancang Bangun Unmanned Surface Vehicle Berbasis Adaptive Morphology di Air dan Darat*. SENTRINOV. Vol 6(1), hlm. 380, 2020.
- [4] M. Akbar. *Perancangan Sistem Monitoring Navigasi Berbasis Mikrokontroler*. JTEV. Vol 7(1), hlm. 47-48, 2020.
- [5] E. A. E. Prastyo. *Arduino Nano*. Diperoleh dari: <https://www.arduinoindonesia.id/2019/01/arduino-nano.html>. (Diakses 26 Agustus 2021).
- [6] L. M. F. Aulia, S. A. Wibowo & N. Vendyansyah. *Penerapan IoT Pada Rancangan Bangun Sistem Miniatur Prototype Pemadam Api Untuk Membantu Proses Evaluasi Pra Evakuasi*. JATI. Vol 5(1), hlm. 254-255, 2021.
- [7] A. Adriansyah & H. Oka. *Rancangan Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino ATmega 328P*. Jurnal Teknologi Elektro. Vol 4(3), hlm. 100-102, 2013.
- [8] A. Akbar, G. A. N. Massiki, A. N. Aliansyah & N. Z. Mulyawati. *Perancangan Sistem Monitoring Navigasi Kursi Roda Berbasis Mikrokontroler*. JTEV. Vol 7(1), hlm. 47-48, 2021.
- [9] S. Kuswadi, A. S. Indra, R. Sigit. *Prototype Kebencanaan – Latar Belakang, Perancangan dan Realisasinya*. SEHATI, Vol 10(2), hlm. 399-400, 2020.
- [10] D. Ariateja, U. D. Fatmawati & I. A. Dahlan. *Desain dan Analisis Sistem Instrumentasi Pemantauan Perairan Berbasis Telemetri Pada Prototipe Unmanned Surface Vehicle (USV)*. Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional. Vol 7(2), hlm. 201, 2021.