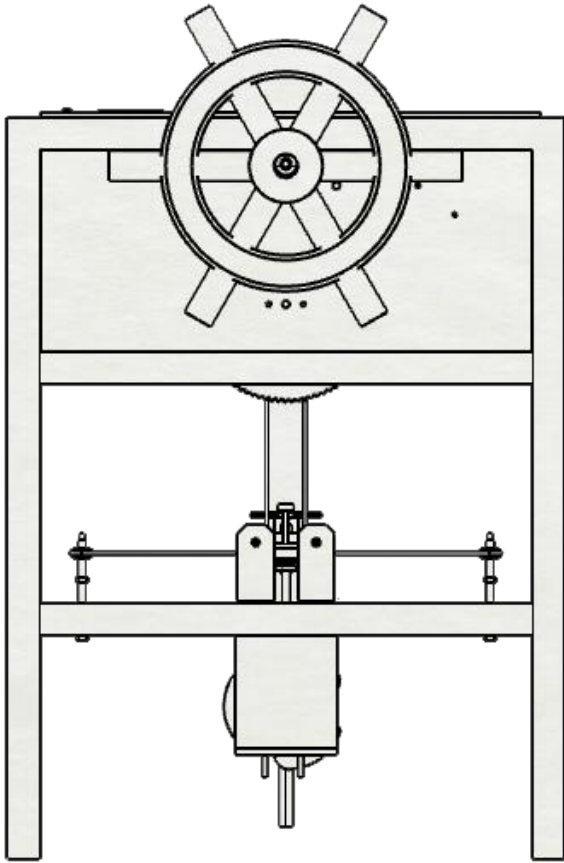


DAFTAR PUSTAKA

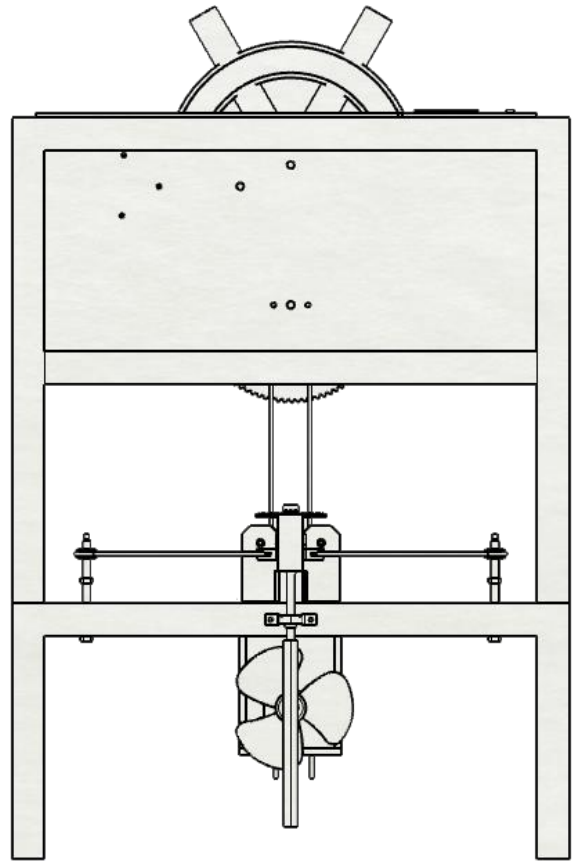
- [1] International Maritime Organization. *Safety Of Life at Sea (SOLAS)*. 2004
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia. Vol III. *Rules For Machinery Installation*. 2016
- [3] C. L. Crane., *Studies of Ship Maneuvering.*, Stevens Institute of Technology., New Jersey., 1970.
- [4] Maung. Myo., *DC Motor Angular Position Control using PID Controller with Friction Compensation.*, International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)., 2018
- [5] Taupik, M.K.S., *Simulasi Unjuk Kerja Sistem Kendali Kemudi Untuk Manuver Kapal Tanker*. Skripsi, Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2011.
- [6] Ogata, K., *Modern Control Engineering.*, Prentice Hall., 2002
- [7] Sularso., Suga, Kyosatsu., *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. PT pradnya paramita, Jakarta, 2004.
- [8] Kadir, A., *From Zero To Pro Arduino.*, Penerbit Andi Sinau Arduino., Yogyakarta. 2016.
- [9] N. S. Nise., *Control systems engineering.*, 7th ed. John Wiley & Sons, 2020.

LAMPIRAN

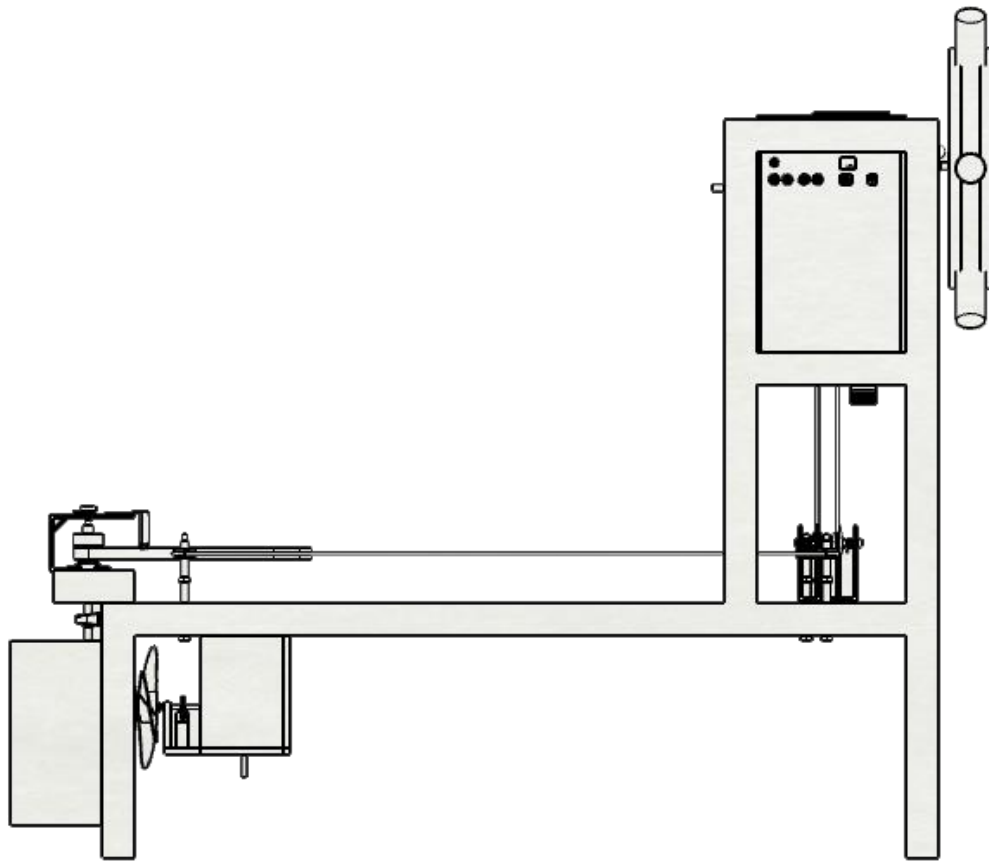
Lampiran 1. Desain Prototipe



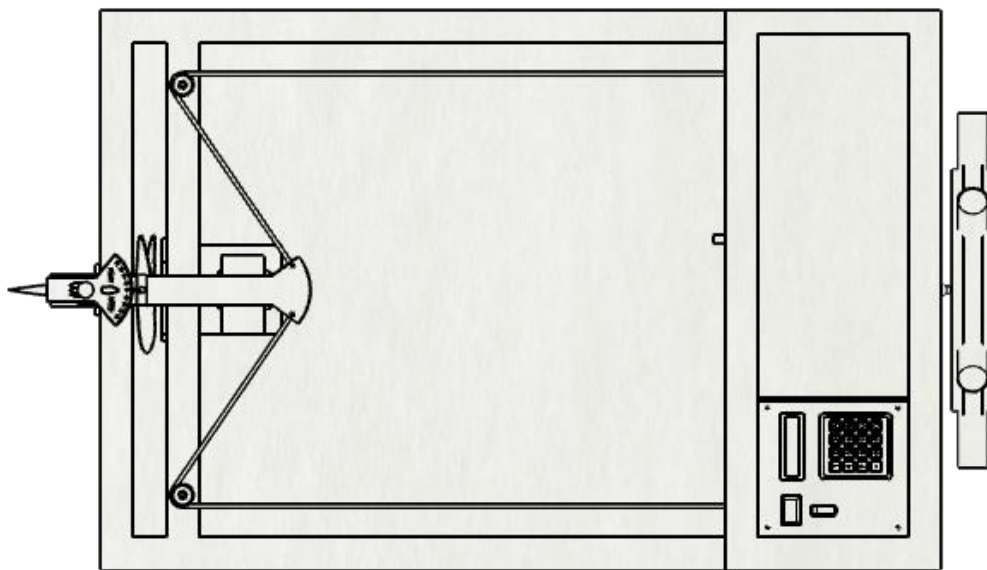
Tampak Depan



Tampak Belakang



Tampak Samping



Tampak Atas

Lampiran 2. Langkah Pengerjaan Prototipe

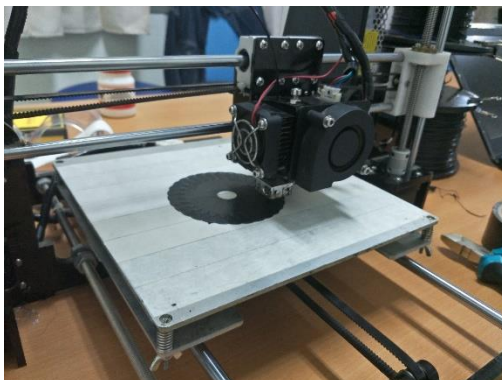
- Membuat desain 3 dimensi prototipe dengan menggunakan aplikasi rhinoceros.



- Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan
- Memotong besi hollow ukuran 4x4 sesuai ukuran yang direncanakan dengan menggunakan gerinda.
- Mengelas besi hollow yang sudah dipotong.



- Mengecat besi rangka yang sudah dilas dengan menggunakan cat semprot berwarna kuning.
- Membuat lubang baut dengan cara di bor.
- Membuat komponen komponen dengan menggunakan mesin pencetak 3 dimensi.



- Menotong papan akrilik dengan menggunakan mesin laser cutter.



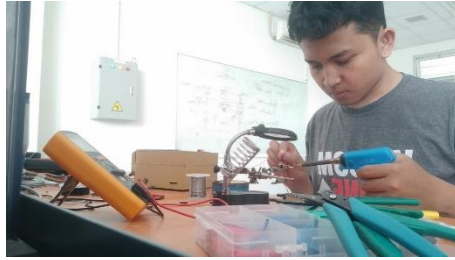
- Merakit komponen yang sudah di cetak dengan menggunakan mesin pencetak 3 dimensi pada akrilik dan rangka



- Membuat alas dari prototipe dari kayu kemudian di cat menggunakan cat kayu berwarna abu abu.



- Merangkai dan memasang alat alat kelistrikan pada prototipe.



- Prototipe siap untuk dilakukan eksperimen



Lampiran 3. Kode Pemrograman.

```

#include <Keypad.h>
#include <Wire.h>
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <TimerOne.h>
//definisi sensor kecepatan putaran
unsigned int counter=0;
//alamat LCD I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
//definisi keypad
char customKey;
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'D', 'C', 'B', 'A'},
  {'#', '9', '6', '3'},
  {'0', '8', '5', '2'},
  {'*', '7', '4', '1'}
};
byte rowPins[ROWS] = {22,24,26,28};
byte colPins[COLS] = {30,32,34,36};
Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS,
COLS);
//definisi untuk potensiometer
const int pin_potensio = A0;
const int potensioSP = A1;
//definisi untuk PID
float nilai_KP;
float nilai_KI;
float nilai_KD;
float set_point;
float nilai_sensor;
float error;
float error_I;
float error_D;
float error_x;
float output_P;
float output_I;
float output_D;
float output_PID;
float set_pwm;
//definisi input nilai dari keypad
float kp;
float ki;
float kd;
float sp;
float pwm;
//definisi pin motor couple drive
int ENA = 10;
int in1 = 9;
int in2 = 8;
//definisi pin motor couple drive
int ENB = 5;
int in3 = 7;
int in4 = 6;
//definisi menu
int x = 0;

```



```

void setup() {
  lcd.begin();
  Serial.begin(9600);
  welcome();
  pinMode(pin_potensio, INPUT);
  pinMode(potensioSP, INPUT);
  pinMode(in1, OUTPUT);
  pinMode(in2, OUTPUT);
  pinMode(ENA, OUTPUT);
  pinMode(in3, OUTPUT);
  pinMode(in4, OUTPUT);
  pinMode(ENB, OUTPUT);}

void loop() {
  customKey = customKeypad.getKey();
  if(x == 0) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("1.SET SP      ");}
  if(x == 1) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("2.SET kP      ");}
  if(x == 2) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("3.SET kI      ");}
  if(x == 3) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("4.SET kD      ");}
  if(x == 4) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("5.SET PWM PROP ");}
  if(x == 5) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("6.CEK KONSTANTA ");}
  if(x == 6) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("7.MULAI      ");}

  switch(customKey) {
  case '0' ... '9':
  break;
  case '#':
  break;
  case '*':
  break;
  case 'A':
  x--;
  break;
  case 'B':
  x++;
  break;
  case 'C':
  break;
  case 'D':
    if(x == 0) {
      lcd.clear();
      set_sp();}
    if(x == 1) {
      lcd.clear();
      set_kp();}
    if(x == 2) {
      lcd.clear();
      set_ki();}
    if(x == 3) {

```

```

        lcd.clear();
        set_kd();}
    if(x == 4){
        lcd.clear();
        set_pwm_prop();}
    if(x == 5){
        lcd.clear();
        cek_konstanta();}
    if(x == 6){
        lcd.clear();
        mulai();}
break;}
if(x > 6){x = 0;}
if(x < 0){x = 6;}}
void welcome(){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("    HELLO");
    delay(700);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("    WELCOME TO    ");
    delay(700);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("    COUPLE DRIVE    ");
    delay(700);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("    PROJECT    ");
    delay(700);
    lcd.clear();}
void set_sp(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SET NILAI SP");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(sp);
    char customKey = customKeypad.getKey();
    if (customKey >= '0' && customKey <= '9'){
        sp = sp * 10 + (customKey - '0');
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(sp);}
    if (customKey == 'A'){
        lcd.clear();
        delay(700);
        sp = sp*(-1);
        set_point = sp;
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(sp);}
    if (customKey == 'C'){
        lcd.clear();
        delay(700);
        sp = 0;}
    if (customKey == 'D'){
        lcd.clear();
        delay(1000);
        set_point = sp;
        return;}
set_sp();}
void set_kp(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SET NILAI KP");
    lcd.setCursor(0,1);

```

```

lcd.print(kp);
customKey = customKeypad.getKey();
if (customKey >= '0' && customKey <= '9'){
    kp = kp * 10 + (customKey - '0');
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(kp);}
if (customKey == 'A'){
    lcd.clear();
    delay(700);
    kp = kp/10;
    nilai_KP = kp;
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(kp);}
if (customKey == 'C'){
    lcd.clear();
    delay(700);
    kp = 0;}
if (customKey == 'D'){
    lcd.clear();
    delay(1000);
    nilai_KP = kp;
    return;}
set_kp();}
void set_ki(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SET NILAI KI");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(ki);
    customKey = customKeypad.getKey();
    if (customKey >= '0' && customKey <= '9'){
        ki = ki * 10 + (customKey - '0');
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(ki);}
    if (customKey == 'A'){
        lcd.clear();
        delay(700);
        ki = ki/10;
        nilai_KI = ki;
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(ki);}
    if (customKey == 'C'){
        lcd.clear();
        delay(700);
        ki = 0;}
    if (customKey == 'D'){
        lcd.clear();
        delay(1000);
        nilai_KI = ki;
        return;}
set_ki();
}
void set_kd(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SET NILAI KD");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(kd);
    customKey = customKeypad.getKey();
    if (customKey >= '0' && customKey <= '9'){
        kd = kd * 10 + (customKey - '0');
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(kd);}
}

```

```

    if (customKey == 'A'){
        lcd.clear();
        delay(1000);
        kd = kd/10;
        nilai_KD = kd;
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(kd);}
    if (customKey == 'C'){
        lcd.clear();
        delay(700);
        kd = 0;}
    if (customKey == 'D'){
        lcd.clear();
        delay(1000);
        nilai_KD = kd;
        return;}
set_kd();}
void set_pwm_prop(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SET PWM PROP    ");
    customKey = customKeypad.getKey();
    if (customKey >= '0' && customKey <= '9'){
        pwm = pwm * 10 + (customKey - '0');
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(pwm);}
    if (customKey == 'C'){
        lcd.clear();
        delay(700);
        pwm = 0;}
    if (customKey == 'D'){
        lcd.clear();
        delay(1000);
        set_pwm = pwm;
        return;}
set_pwm_prop();}
void cek_konstanta(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("KP");
    lcd.print(nilai_KP,2);
    lcd.print("-KI");
    lcd.print(nilai_KI,2);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("KD");
    lcd.print(nilai_KD,2);
    lcd.print("-SP");
    lcd.print(set_point,2);
    customKey = customKeypad.getKey();
    if (customKey == 'D'){
        lcd.clear();
        delay(1000);
        return;}
cek_konstanta();}
void mulai (){
    analogWrite (ENB, set_pwm);
    digitalWrite (in3, HIGH);
    digitalWrite (in4, LOW);
    //baca sudut kemudi menggunakan potensiometer
    nilai_sensor =(analogRead(pin_potensio)-516)/3.6;
    //memasukkan nilai set point melalui potensiometer
    int readSP = analogRead(potensioSP);
    int set_point = map(readSP,0,1023,-35,35);

```

```

//kendali Proporsional
error    = set_point - nilai_sensor;
output_P = nilai_KP * error;
//kendali Integral
error_I  = error + error_x;
output_I = nilai_KI * error_I;
//kendali Derivatif
error_D  = error - error_x;
output_D = nilai_KD * error_D;
//kendali PID
output_PID = output_P; + output_I + output_D;
error_x = error;
if(output_PID > 255){
    output_PID = 255;}
if(output_PID < -255){
    output_PID = -255;}
/*if (abs(error)< 0.3){
    output_PID=0;
}*/
if (nilai_sensor < set_point){
    int PWM = map(output_PID, 0, 255, 56, 255);
    analogWrite (ENA, PWM);
    digitalWrite (in1, LOW);
    digitalWrite (in2, HIGH);}
if(nilai_sensor > set_point){
    int PWM = map(output_PID, -255, 0, 255, 56);
    analogWrite (ENA, PWM);
    digitalWrite (in1, HIGH);
    digitalWrite (in2, LOW);}
//=====data yang akan ditampilkan di serialmonitor=====//
Serial.print("sudut kemudi = ");
Serial.print(nilai_sensor);
Serial.print(',');
Serial.print("    output pid");
Serial.println(output_PID);
//Serial.print(',');
//Serial.print("    PWM = ");
//Serial.println(PWM);
//=====data yang akan ditampilkan di lcd=====//
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("sdt kmd = ");
lcd.print(nilai_sensor);
lcd.print("\337 ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("SP = ");
lcd.print(set_point);
lcd.print("\337 ");
delay(100);
customKey = customKeypad.getKey();
    if (customKey == 'C'){
        lcd.clear();
        analogWrite(ENA,0);
        delay (500);
        return;}
mulai ();}

```

Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian.



Gambar Proses kalibrasi sudut kemudi



Gambar Proses Setting nilai konstanta



Gambar Proses pengetesan sistem kemudi



Gambar Proses pengambilan data respon

Lampiran 5. Tabel Respon Sistem Terhadap Perubahan Nilai Kp

No	waktu (detik)	Kp = 1	Kp = 5	Kp = 10	No	waktu (detik)	Kp = 1	Kp = 5	Kp = 10
1	0	0	0	0	44	6,45	16	23	25
2	0,15	0	0	0	45	6,6	17	23	26
3	0,3	1	1	1	46	6,75	17	24	26
4	0,45	1	1	1	47	6,9	17	25	27
5	0,6	1	2	1	48	7,05	18	25	28
6	0,75	1	2	2	49	7,2	18	25	28
7	0,9	2	3	3	50	7,35	19	26	28
8	1,05	2	4	4	51	7,5	19	26	29
9	1,2	3	4	5	52	7,65	20	27	30
10	1,35	3	5	5	53	7,8	20	27	30
11	1,5	4	5	6	54	7,95	20	28	30
12	1,65	4	6	6	55	8,1	21	28	31
13	1,8	5	6	6	56	8,25	21	29	31
14	1,95	5	7	7	57	8,4	21	29	32
15	2,1	5	7	8	58	8,55	22	29	32
16	2,25	6	8	8	59	8,7	22	30	33
17	2,4	6	8	9	60	8,85	22	30	33
18	2,55	6	9	10	61	9	23	31	34
19	2,7	6	10	10	62	9,15	23	31	34
20	2,85	7	10	11	63	9,3	24	32	35
21	3	7	10	11	64	9,45	24	32	35
22	3,15	8	11	12	65	9,6	25	33	35
23	3,3	8	11	13	66	9,75	25	33	36
24	3,45	8	12	13	67	9,9	25	33	36
25	3,6	9	13	14	68	10,05	25	34	36
26	3,75	9	13	15	69	10,2	26	34	36
27	3,9	10	14	15	70	10,35	26	34	35
28	4,05	10	15	16	71	10,5	26	35	35
29	4,2	11	15	16	72	10,65	26	35	35
30	4,35	11	16	17	73	10,8	27	35	34
31	4,5	11	16	17	74	10,95	27	35	34
32	4,65	11	16	18	75	11,1	28	35	34
33	4,8	12	17	19	76	11,25	28	35	35
34	4,95	12	17	20	77	11,4	28	35	35
35	5,1	13	18	20	78	11,55	29	35	35
36	5,25	13	19	21	79	11,7	29	35	36
37	5,4	13	19	21	80	11,85	29	35	36
38	5,55	14	20	21	81	12	30	35	36
39	5,7	14	20	22	82	12,15	30	35	36
40	5,85	15	21	23	83	12,3	30	35	35
41	6	15	21	24	84	12,45	31	35	35
42	6,15	16	22	24	85	12,6	31	35	34
43	6,3	16	22	25	86	12,75	32	35	35

No	waktu (detik)	Kp = 1	Kp = 5	Kp = 10
87	12,9	32	35	35
88	13,05	32	35	34
89	13,2	33	35	35
90	13,35	33	35	36
91	13,5	33	35	36
92	13,65	34	35	35
93	13,8	34	35	36
94	13,95	34	35	35
95	14,1	35	35	35
96	14,25	35	35	35
97	14,4	35	35	34
98	14,55	35	35	34
99	14,7	35	35	34
100	14,85	35	35	34
101	15	35	35	35
102	15,15	35	35	35
103	15,3	35	35	35
104	15,45	35	35	35
105	15,6	35	35	35
106	15,75	35	35	35
107	15,9	35	35	35
108	16,05	35	35	35
109	16,2	35	35	35
110	16,35	35	35	35
111	16,5	35	35	35
112	16,65	35	35	35
113	16,8	35	35	35
114	16,95	35	35	35
115	17,1	35	35	35

Lampiran 6. Tabel sistem yang beresilasi

No	Waktu (detik)	Respon Sistem	No	Waktu (detik)	Respon Sistem
1	0,2	0	30	6	0
2	0,4	0	31	6,2	0
3	0,6	0	32	6,4	0
4	0,8	1	33	6,6	-1
5	1	1	34	6,8	-1
6	1,2	1	35	7	-1
7	1,4	0	36	7,2	0
8	1,6	0	37	7,4	0
9	1,8	0	38	7,6	0
10	2	-1	39	7,8	1
11	2,2	-1	40	8	1
12	2,4	0	41	8,2	1
13	2,6	0	42	8,4	0
14	2,8	0	43	8,6	0
15	3	1	44	8,8	0
16	3,2	1	45	9	-1
17	3,4	0	46	9,2	-1
18	3,6	0	47	9,4	-1
19	3,8	0	48	9,6	0
20	4	0	49	9,8	0
21	4,2	-1	50	10	0
22	4,4	-1	51	10,2	1
23	4,6	-1	52	10,4	1
24	4,8	0	53	10,6	1
25	5	0	54	10,8	0
26	5,2	0	55	11	0
27	5,4	1	56	11,2	0
28	5,6	1	57	11,4	-1
29	5,8	0			

Lampiran 7. Tabel Respon Tiap Tipe Kendali

No	Waktu (detik)	P	PI	PID	No	Waktu (detik)	P	PI	PID
1	0	0	0	0	44	6,45	24	23	25
2	0,15	0	0	1	45	6,6	25	24	26
3	0,3	1	1	1	46	6,75	25	24	26
4	0,45	1	1	2	47	6,9	25	25	27
5	0,6	1	2	3	48	7,05	26	25	27
6	0,75	2	3	3	49	7,2	26	26	28
7	0,9	3	3	4	50	7,35	27	26	28
8	1,05	3	4	5	51	7,5	28	26	29
9	1,2	4	4	5	52	7,65	28	27	29
10	1,35	5	5	5	53	7,8	28	28	30
11	1,5	5	5	6	54	7,95	29	28	30
12	1,65	5	6	7	55	8,1	29	28	31
13	1,8	6	6	7	56	8,25	30	29	31
14	1,95	6	6	8	57	8,4	30	30	32
15	2,1	7	7	8	58	8,55	31	30	32
16	2,25	8	8	9	59	8,7	31	30	33
17	2,4	8	8	10	60	8,85	32	31	33
18	2,55	9	9	10	61	9	32	31	33
19	2,7	10	10	11	62	9,15	33	32	34
20	2,85	10	10	11	63	9,3	33	32	34
21	3	11	10	12	64	9,45	33	32	35
22	3,15	11	11	13	65	9,6	34	33	35
23	3,3	12	12	13	66	9,75	34	33	35
24	3,45	12	12	14	67	9,9	35	33	36
25	3,6	13	13	15	68	10,05	35	34	36
26	3,75	13	13	15	69	10,2	35	34	36
27	3,9	14	14	16	70	10,35	35	34	36
28	4,05	15	15	16	71	10,5	35	35	35
29	4,2	15	15	17	72	10,65	35	35	35
30	4,35	16	16	17	73	10,8	35	35	35
31	4,5	16	16	18	74	10,95	35	35	34
32	4,65	17	16	18	75	11,1	35	35	34
33	4,8	18	17	19	76	11,25	35	35	34
34	4,95	18	18	20	77	11,4	35	36	35
35	5,1	19	18	20	78	11,55	35	36	35
36	5,25	20	19	21	79	11,7	35	36	35
37	5,4	20	20	22	80	11,85	35	36	36
38	5,55	20	20	22	81	12	35	35	36
39	5,7	21	21	23	82	12,15	35	35	36
40	5,85	22	21	23	83	12,3	35	35	36
41	6	22	22	24	84	12,45	35	35	35
42	6,15	23	22	24	85	12,6	35	34	35
43	6,3	23	23	25	86	12,75	35	34	35

No	Waktu (Detik)	P	PI	PID
87	12,9	35	34	34
88	13,05	35	34	34
89	13,2	35	35	34
90	13,35	35	35	34
91	13,5	35	35	35
92	13,65	35	36	35
93	13,8	35	36	35
94	13,95	35	36	36
95	14,1	35	35	36
96	14,25	35	35	36
97	14,4	35	35	36
98	14,55	35	35	35
99	14,7	35	35	35
100	14,85	35	35	35
101	15	35	35	34
102	15,15	35	35	34
103	15,3	35	35	34
104	15,45	35	35	35
105	15,6	35	35	35
106	15,75	35	35	35
107	15,9	35	35	35
108	16,05	35	35	35
109	16,2	35	35	35
110	16,35	35	35	35

Lampiran 8. Tabel Karakteristik Output PWM

No	Waktu (detik)	Output PID (PWM)	No	Waktu (detik)	Output PID (PWM)
1	0	0	44	6,45	82
2	0,15	255	45	6,6	82
3	0,3	255	46	6,75	75
4	0,45	255	47	6,9	75
5	0,6	255	48	7,05	67
6	0,75	255	49	7,2	67
7	0,9	247	50	7,35	52
8	1,05	240	51	7,5	60
9	1,2	240	52	7,65	52
10	1,35	232	53	7,8	52
11	1,5	225	54	7,95	45
12	1,65	225	55	8,1	45
13	1,8	225	56	8,25	37
14	1,95	217	57	8,4	37
15	2,1	217	58	8,55	30
16	2,25	210	59	8,7	30
17	2,4	202	60	8,85	22
18	2,55	202	61	9	22
19	2,7	195	62	9,15	15
20	2,85	187	63	9,3	15
21	3	187	64	9,45	7
22	3,15	187	65	9,6	7
23	3,3	180	66	9,75	7
24	3,45	172	67	9,9	0
25	3,6	165	68	10,05	0
26	3,75	165	69	10,2	0
27	3,9	157			
28	4,05	150			
29	4,2	150			
30	4,35	142			
31	4,5	142			
32	4,65	142			
33	4,8	135			
34	4,95	127			
35	5,1	127			
36	5,25	120			
37	5,4	112			
38	5,55	112			
39	5,7	105			
40	5,85	105			
41	6	97			
42	6,15	97			
43	6,3	90			

Lampiran 9. Tabel Pengujian Respon Sistem Port ↔ Stbd

NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)	NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)
1	0	0	0	44	6,45	23	35
2	0,15	0	2	45	6,6	23	35
3	0,3	0	4	46	6,75	24	35
4	0,45	1	7	47	6,9	25	35
5	0,6	1	10	48	7,05	25	35
6	0,75	1	13	49	7,2	25	35
7	0,9	2	16	50	7,35	25	35
8	1,05	3	20	51	7,5	26	35
9	1,2	3	21	52	7,65	27	35
10	1,35	4	24	53	7,8	28	35
11	1,5	5	27	54	7,95	28	35
12	1,65	5	30	55	8,1	28	35
13	1,8	5	34	56	8,25	29	35
14	1,95	6	35	57	8,4	29	35
15	2,1	6	35	58	8,55	30	35
16	2,25	7	35	59	8,7	30	35
17	2,4	8	35	60	8,85	31	35
18	2,55	8	35	61	9	31	35
19	2,7	9	35	62	9,15	32	35
20	2,85	10	35	63	9,3	32	35
21	3	10	35	64	9,45	33	35
22	3,15	11	35	65	9,6	33	35
23	3,3	11	35	66	9,75	33	35
24	3,45	11	35	67	9,9	34	35
25	3,6	12	35	68	10,05	34	35
26	3,75	13	35	69	10,2	35	35
27	3,9	13	35	70	10,35	35	35
28	4,05	14	35	71	10,5	35	35
29	4,2	15	35	72	10,65	35	35
30	4,35	15	35	73	10,8	35	35
31	4,5	16	35	74	10,95	35	35
32	4,65	16	35	75	11,1	35	35
33	4,8	16	35	76	11,25	35	35
34	4,95	17	35	77	11,4	35	35
35	5,1	18	35	78	11,55	35	35
36	5,25	18	35	79	11,7	35	35
37	5,4	19	35	80	11,85	35	35
38	5,55	20	35	81	12	35	35
39	5,7	20	35	82	12,15	35	35
40	5,85	21	35	83	12,3	35	35
41	6	21	35	84	12,45	35	35
42	6,15	22	35	85	12,6	35	35
43	6,3	22	35	86	12,75	35	35

NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)	NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)
87	12,9	35	35	130	19,35	34	30
88	13,05	35	35	131	19,5	34	28
89	13,2	35	35	132	19,65	33	27
90	13,35	35	35	133	19,8	33	26
91	13,5	35	35	134	19,95	32	25
92	13,65	35	35	135	20,1	32	24
93	13,8	35	35	136	20,25	31	23
94	13,95	35	35	137	20,4	30	22
95	14,1	35	35	138	20,55	29	21
96	14,25	35	35	139	20,7	29	19
97	14,4	35	35	140	20,85	28	18
98	14,55	35	35	141	21	28	17
99	14,7	35	35	142	21,15	27	16
100	14,85	35	35	143	21,3	26	14
101	15	35	35	144	21,45	26	13
102	15,15	35	35	145	21,6	25	11
103	15,3	35	35	146	21,75	25	10
104	15,45	35	35	147	21,9	24	9
105	15,6	35	35	148	22,05	23	7
106	15,75	35	35	149	22,2	23	6
107	15,9	35	35	150	22,35	22	6
108	16,05	35	35	151	22,5	21	5
109	16,2	35	35	152	22,65	21	4
110	16,35	35	35	153	22,8	20	3
111	16,5	35	35	154	22,95	20	2
112	16,65	35	35	155	23,1	19	1
113	16,8	35	35	156	23,25	18	0
114	16,95	35	35	157	23,4	17	-1
115	17,1	35	35	158	23,55	17	-3
116	17,25	35	35	159	23,7	16	-5
117	17,4	35	35	160	23,85	16	-6
118	17,55	35	35	161	24	15	-7
119	17,7	35	35	162	24,15	15	-9
120	17,85	35	35	163	24,3	14	-11
121	18	35	35	164	24,45	13	-11
122	18,15	35	35	165	24,6	13	-12
123	18,3	35	35	166	24,75	12	-13
124	18,45	35	35	167	24,9	11	-15
125	18,6	35	35	168	25,05	11	-16
126	18,75	35	35	169	25,2	10	-18
127	18,9	35	35	170	25,35	10	-19
128	19,05	35	33	171	25,5	9	-21
129	19,2	35	31	172	25,65	8	-22

NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)	NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)
173	25,8	8	-22	216	32,25	-17	-35
174	25,95	7	-23	217	32,4	-18	-35
175	26,1	6	-24	218	32,55	-18	-35
176	26,25	6	-25	219	32,7	-19	-35
177	26,4	5	-26	220	32,85	-19	-35
178	26,55	5	-27	221	33	-20	-35
179	26,7	4	-28	222	33,15	-20	-35
180	26,85	4	-29	223	33,3	-21	-35
181	27	3	-29	224	33,45	-21	-35
182	27,15	2	-31	225	33,6	-22	-35
183	27,3	1	-31	226	33,75	-22	-35
184	27,45	1	-32	227	33,9	-23	-35
185	27,6	1	-34	228	34,05	-23	-35
186	27,75	0	-35	229	34,2	-24	-35
187	27,9	0	-35	230	34,35	-24	-35
188	28,05	0	-35	231	34,5	-25	-35
189	28,2	-1	-35	232	34,65	-25	-35
190	28,35	-2	-35	233	34,8	-26	-35
191	28,5	-2	-35	234	34,95	-26	-35
192	28,65	-3	-35	235	35,1	-26	-35
193	28,8	-3	-35	236	35,25	-27	-35
194	28,95	-5	-35	237	35,4	-28	-35
195	29,1	-5	-35	238	35,55	-28	-35
196	29,25	-5	-35	239	35,7	-28	-35
197	29,4	-6	-35	240	35,85	-29	-35
198	29,55	-7	-35	241	36	-29	-35
199	29,7	-7	-35	242	36,15	-30	-35
200	29,85	-8	-35	243	36,3	-30	-35
201	30	-8	-35	244	36,45	-31	-35
202	30,15	-9	-35	245	36,6	-31	-35
203	30,3	-10	-35	246	36,75	-31	-35
204	30,45	-10	-35	247	36,9	-32	-35
205	30,6	-11	-35	248	37,05	-32	-35
206	30,75	-11	-35	249	37,2	-33	-35
207	30,9	-12	-35	250	37,35	-33	-35
208	31,05	-12	-35	251	37,5	-33	-35
209	31,2	-13	-35	252	37,65	-33	-35
210	31,35	-14	-35	253	37,8	-34	-35
211	31,5	-14	-35	254	37,95	-34	-35
212	31,65	-14	-35	255	38,1	-35	-35
213	31,8	-15	-35	256	38,25	-35	-35
214	31,95	-15	-35	257	38,4	-35	-35
215	32,1	-16	-35	258	38,55	-35	-35

NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)	NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)
259	38,7	-35	-35	302	45,15	-35	-35
260	38,85	-35	-35	303	45,3	-35	-35
261	39	-35	-35	304	45,45	-35	-35
262	39,15	-35	-35	305	45,6	-35	-35
263	39,3	-35	-35	306	45,75	-35	-35
264	39,45	-35	-35	307	45,9	-35	-35
265	39,6	-35	-35	308	46,05	-35	-35
266	39,75	-35	-35	309	46,2	-35	-35
267	39,9	-35	-35	310	46,35	-35	-35
268	40,05	-35	-35	311	46,5	-35	-35
269	40,2	-35	-35	312	46,65	-35	-35
270	40,35	-35	-35	313	46,8	-35	-35
271	40,5	-35	-35	314	46,95	-35	-35
272	40,65	-35	-35	315	47,1	-35	-35
273	40,8	-35	-35	316	47,25	-35	-35
274	40,95	-35	-35	317	47,4	-35	-35
275	41,1	-35	-35	318	47,55	-35	-35
276	41,25	-35	-35	319	47,7	-35	-35
277	41,4	-35	-35	320	47,85	-35	-35
278	41,55	-35	-35	321	48	-35	-35
279	41,7	-35	-35	322	48,15	-35	-35
280	41,85	-35	-35	323	48,3	-35	-35
281	42	-35	-35	324	48,45	-35	-35
282	42,15	-35	-35	325	48,6	-35	-35
283	42,3	-35	-35	326	48,75	-35	-35
284	42,45	-35	-35	327	48,9	-35	-35
285	42,6	-35	-35	328	49,05	-35	-35
286	42,75	-35	-35	329	49,2	-35	-35
287	42,9	-35	-35	330	49,35	-35	-35
288	43,05	-35	-35	331	49,5	-35	-35
289	43,2	-35	-35	332	49,65	-35	-35
290	43,35	-35	-35	333	49,8	-35	-35
291	43,5	-35	-35	334	49,95	-35	-35
292	43,65	-35	-35	335	50,1	-35	-35
293	43,8	-35	-35	336	50,25	-35	-35
294	43,95	-35	-35	337	50,4	-35	-35
295	44,1	-35	-35	338	50,55	-35	-35
296	44,25	-35	-35	339	50,7	-35	-35
297	44,4	-35	-35	340	50,85	-35	-35
298	44,55	-35	-35	341	51	-35	-35
299	44,7	-35	-35	342	51,15	-35	-35
300	44,85	-35	-35	343	51,3	-35	-35
301	45	-35	-35	344	51,45	-35	-35

NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)	NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)
345	51,6	-35	-35	388	58,05	-28	-12
346	51,75	-35	-35	389	58,2	-27	-11
347	51,9	-35	-35	390	58,35	-26	-9
348	52,05	-35	-35	391	58,5	-26	-7
349	52,2	-35	-35	392	58,65	-25	-6
350	52,35	-35	-35	393	58,8	-25	-5
351	52,5	-35	-35	394	58,95	-24	-3
352	52,65	-35	-35	395	59,1	-24	-1
353	52,8	-35	-35	396	59,25	-23	0
354	52,95	-35	-35	397	59,4	-23	2
355	53,1	-35	-35	398	59,55	-22	4
356	53,25	-35	-35	399	59,7	-22	6
357	53,4	-35	-35	400	59,85	-21	8
358	53,55	-35	-35	401	60	-20	9
359	53,7	-35	-35	402	60,15	-20	9
360	53,85	-35	-35	403	60,3	-19	11
361	54	-35	-35	404	60,45	-19	12
362	54,15	-35	-35	405	60,6	-18	13
363	54,3	-35	-35	406	60,75	-18	15
364	54,45	-35	-35	407	60,9	-17	16
365	54,6	-35	-35	408	61,05	-16	17
366	54,75	-35	-35	409	61,2	-16	19
367	54,9	-35	-35	410	61,35	-15	21
368	55,05	-35	-35	411	61,5	-15	22
369	55,2	-35	-35	412	61,65	-14	24
370	55,35	-35	-35	413	61,8	-13	26
371	55,5	-35	-35	414	61,95	-13	27
372	55,65	-35	-34	415	62,1	-12	28
373	55,8	-35	-33	416	62,25	-11	30
374	55,95	-35	-32	417	62,4	-11	31
375	56,1	-34	-31	418	62,55	-11	33
376	56,25	-34	-30	419	62,7	-10	35
377	56,4	-33	-29	420	62,85	-10	35
378	56,55	-33	-28	421	63	-9	35
379	56,7	-33	-26	422	63,15	-8	35
380	56,85	-32	-25	423	63,3	-8	35
381	57	-31	-24	424	63,45	-7	35
382	57,15	-31	-22	425	63,6	-6	35
383	57,3	-30	-21	426	63,75	-6	35
384	57,45	-30	-19	427	63,9	-5	35
385	57,6	-29	-16	428	64,05	-5	35
386	57,75	-29	-15	429	64,2	-4	35
387	57,9	-28	-14	430	64,35	-3	35

NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)	NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)
431	64,5	-3	35	474	70,95	21	35
432	64,65	-2	35	475	71,1	21	35
433	64,8	-1	35	476	71,25	22	35
434	64,95	-1	35	477	71,4	23	35
435	65,1	0	35	478	71,55	23	35
436	65,25	0	35	479	71,7	24	35
437	65,4	0	35	480	71,85	25	35
438	65,55	1	35	481	72	25	35
439	65,7	1	35	482	72,15	25	35
440	65,85	1	35	483	72,3	26	35
441	66	2	35	484	72,45	26	35
442	66,15	3	35	485	72,6	27	35
443	66,3	4	35	486	72,75	27	35
444	66,45	4	35	487	72,9	28	35
445	66,6	5	35	488	73,05	28	35
446	66,75	5	35	489	73,2	29	35
447	66,9	6	35	490	73,35	29	35
448	67,05	6	35	491	73,5	30	35
449	67,2	7	35	492	73,65	30	35
450	67,35	7	35	493	73,8	31	35
451	67,5	8	35	494	73,95	31	35
452	67,65	9	35	495	74,1	32	35
453	67,8	9	35	496	74,25	32	35
454	67,95	10	35	497	74,4	33	35
455	68,1	10	35	498	74,55	33	35
456	68,25	11	35	499	74,7	33	35
457	68,4	11	35	500	74,85	34	35
458	68,55	12	35	501	75	34	35
459	68,7	13	35	502	75,15	35	35
460	68,85	13	35	503	75,3	35	35
461	69	14	35	504	75,45	35	35
462	69,15	14	35	505	75,6	35	35
463	69,3	15	35	506	75,75	35	35
464	69,45	16	35	507	75,9	35	35
465	69,6	16	35	508	76,05	35	35
466	69,75	16	35	509	76,2	35	35
467	69,9	17	35	510	76,35	35	35
468	70,05	18	35	511	76,5	35	35
469	70,2	18	35	512	76,65	35	35
470	70,35	19	35	513	76,8	35	35
471	70,5	20	35	514	76,95	35	35
472	70,65	20	35	515	77,1	35	35
473	70,8	21	35	516	77,25	35	35

NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)	NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)
517	77,4	35	35	560	83,85	31	25
518	77,55	35	35	561	84	31	24
519	77,7	35	35	562	84,15	30	23
520	77,85	35	35	563	84,3	30	21
521	78	35	35	564	84,45	29	19
522	78,15	35	35	565	84,6	28	17
523	78,3	35	35	566	84,75	28	15
524	78,45	35	35	567	84,9	27	14
525	78,6	35	35	568	85,05	27	12
526	78,75	35	35	569	85,2	26	11
527	78,9	35	35	570	85,35	26	10
528	79,05	35	35	571	85,5	25	8
529	79,2	35	35	572	85,65	25	8
530	79,35	35	35	573	85,8	24	7
531	79,5	35	35	574	85,95	23	7
532	79,65	35	35	575	86,1	23	6
533	79,8	35	35	576	86,25	22	6
534	79,95	35	35	577	86,4	22	6
535	80,1	35	35	578	86,55	21	5
536	80,25	35	35	579	86,7	20	5
537	80,4	35	35	580	86,85	20	4
538	80,55	35	35	581	87	19	4
539	80,7	35	35	582	87,15	18	4
540	80,85	35	35	583	87,3	18	4
541	81	35	35	584	87,45	17	4
542	81,15	35	35	585	87,6	17	4
543	81,3	35	35	586	87,75	16	3
544	81,45	35	35	587	87,9	16	3
545	81,6	35	35	588	88,05	15	2
546	81,75	35	35	589	88,2	15	2
547	81,9	35	35	590	88,35	14	2
548	82,05	35	35	591	88,5	14	2
549	82,2	35	35	592	88,65	13	2
550	82,35	35	35	593	88,8	13	1
551	82,5	35	35	594	88,95	12	1
552	82,65	35	35	595	89,1	11	1
553	82,8	35	34	596	89,25	11	1
554	82,95	35	32	597	89,4	10	1
555	83,1	34	31	598	89,55	10	1
556	83,25	34	30	599	89,7	10	0
557	83,4	33	29	600	89,85	9	0
558	83,55	33	28	601	90	8	0
559	83,7	32	27	602	90,15	8	0

NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)	NO	Waktu (detik)	Sudut Kemudi (derajat)	SP (derajat)
603	90,3	7	0	646	96,75	0	0
604	90,45	7	0	647	96,9	0	0
605	90,6	6	0	648	97,05	0	0
606	90,75	6	0	649	97,2	0	0
607	90,9	6	0	650	97,35	0	0
608	91,05	5	0	651	97,5	0	0
609	91,2	5	0	652	97,65	0	0
610	91,35	5	0	653	97,8	0	0
611	91,5	4	0	654	97,95	0	0
612	91,65	4	0	655	98,1	0	0
613	91,8	3	0	656	98,25	0	0
614	91,95	3	0				
615	92,1	3	0				
616	92,25	2	0				
617	92,4	2	0				
618	92,55	1	0				
619	92,7	1	0				
620	92,85	1	0				
621	93	0	0				
622	93,15	0	0				
623	93,3	0	0				
624	93,45	0	0				
625	93,6	0	0				
626	93,75	0	0				
627	93,9	0	0				
628	94,05	0	0				
629	94,2	0	0				
630	94,35	0	0				
631	94,5	0	0				
632	94,65	0	0				
633	94,8	0	0				
634	94,95	0	0				
635	95,1	0	0				
636	95,25	0	0				
637	95,4	0	0				
638	95,55	0	0				
639	95,7	0	0				
640	95,85	0	0				
641	96	0	0				
642	96,15	0	0				
643	96,3	0	0				
644	96,45	0	0				
645	96,6	0	0				

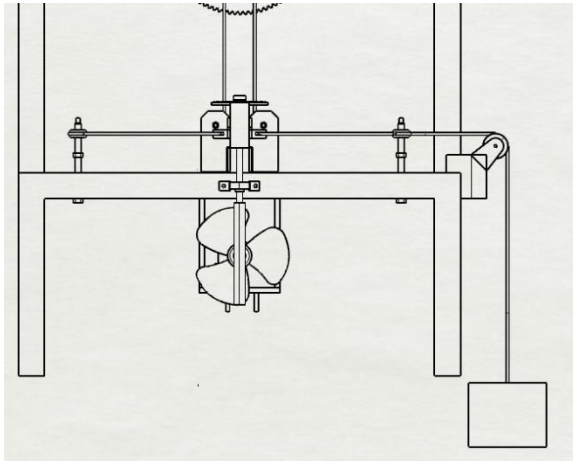
Lampiran 10. Tabel pengujian variasi sudut kemudi

No	Waktu (detik)	Skenario Pengujian (derajat)					
		0 → 30	0 → 25	0 → 20	0 → 15	0 → 10	0 → 5
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,15	1	1	1	0	0	0
2	0,3	1	1	1	1	1	1
3	0,45	2	1	2	1	1	2
4	0,6	3	2	2	1	2	2
5	0,75	3	3	3	2	2	3
6	0,9	4	3	3	3	3	4
7	1,05	4	4	4	3	3	4
8	1,2	5	5	5	4	4	5
9	1,35	6	5	5	5	4	5
10	1,5	6	5	5	5	5	5
11	1,65	6	6	6	5	5	5
12	1,8	7	6	6	5	6	5
13	1,95	7	7	7	6	6	5
14	2,1	8	8	8	6	7	5
15	2,25	9	8	8	7	7	5
16	2,4	9	9	8	8	8	5
17	2,55	10	9	9	8	8	5
18	2,7	11	10	10	8	8	5
19	2,85	11	10	10	9	9	5
20	3	11	11	10	9	9	5
21	3,15	12	11	11	10	10	5
22	3,3	13	10	11	10	10	5
23	3,45	13	12	12	11	10	5
24	3,6	14	13	12	11	10	5
25	3,75	14	13	13	11	10	5
26	3,9	15	14	13	12	10	5
27	4,05	16	15	14	12	10	5
28	4,2	16	15	15	12	10	5
29	4,35	16	16	15	13	10	5
30	4,5	17	16	15	13	10	5
31	4,65	18	16	16	13	10	5
32	4,8	18	17	16	14	10	5
33	4,95	19	18	16	14	10	5
34	5,1	20	18	17	14	10	5
35	5,25	20	19	17	15	10	5
36	5,4	21	19	18	15	10	5
37	5,55	21	20	18	15	10	5
38	5,7	22	20	19	15	10	5
39	5,85	23	21	19	15	10	5
40	6	23	21	20	15	10	5

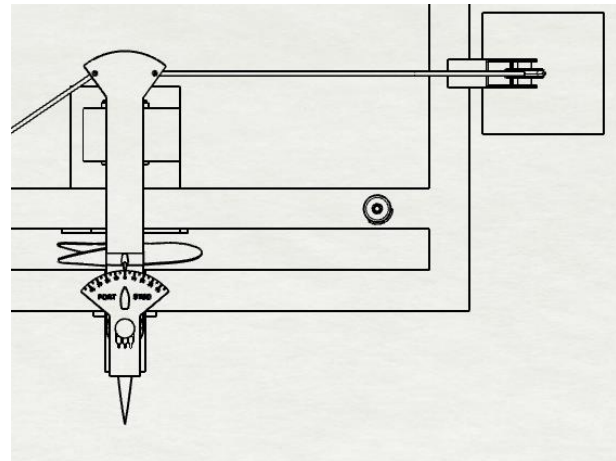
No	Waktu (detik)	Skenario Pengujian (derajat)					
		0 → 30	0 → 25	0 → 20	0 → 15	0 → 10	0 → 5
41	6,15	24	21	20	15	10	5
42	6,3	24	22	20	15	10	5
43	6,45	25	22	20	15	10	5
44	6,6	25	23	20	15	10	5
45	6,75	26	23	20	15	10	5
46	6,9	26	24	20	15	10	5
47	7,05	27	24	20	15	10	5
48	7,2	27	25	20	15	10	5
49	7,35	28	25	20	15	10	5
50	7,5	28	25	20	15	10	5
51	7,65	28	25	20	15	10	5
52	7,8	29	25	20	15	10	5
53	7,95	29	25	20	15	10	5
54	8,1	29	25	20	15	10	5
55	8,25	30	25	20	15	10	5
56	8,4	30	25	20	15	10	5
57	8,55	30	25	20	15	10	5
58	8,7	30	25	20	15	10	5
59	8,85	30	25	20	15	10	5
60	9	30	25	20	15	10	5

Lampiran 11. Pengujian sistem dengan pembebanan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban yang digantung dengan menggunakan tali. Tali pada sisi lainnya diikatkan pada tuas daun kemudi. Beban yang harusnya digantungkan pada daun kemudi tidak dilakukan karena daun kemudi terbuat dari kayu dan dikawatirkan kemudi dapat mengalami kerusakan. Pemasangan beban pada sistem dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Tampak belakang



tampak atas

Dari hasil pengujian dengan menggunakan beban sebesar 4 kg, motor masih kuat untuk menarik beban. Tetapi akrilik yang digunakan sebagai tempat tumpuan gear mulai mengalami keretakan. Maka dari itu pengujian tidak dapat dilanjutkan lagi. Keretakan pada akrilik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Lampiran 12. Biodata Diri.



Data Pribadi:

Nama Lengkap : Miftakhul Arzaq
 Nama Panggilan : Acca
 Tempat/Tanggal Lahir : Lumajang, 31 Mei 1995
 Pekerjaan : Mahasiswa
 Agama : Islam
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Gol. Darah : O
 Nama Orang Tua
 • Ayah : Bambang Sutrisno.
 • Ibu : Khusnul Mazidah.
 Pekerjaan Orang Tua
 • Ayah : Wiraswasta
 • Ibu : Ibu Rumah Tangga
 Anak ke : 1 dari 5 bersaudara
 Alamat saat ini : Jl. Coppo Tompong, Kelurahan Tumampua,
 Kecamatan pangkajene, Kabupaten Pangkep,
 Provinsi Sulawesi Selatan
 No. HP : +62 85 343 852 852 / +628 515 66866 06
 Email : rearzaq@gmail.com

Riwayat Pendidikan Formal

Periode	Sekolah/Institusi/Universitas	Jurusan
2002-2008	SDN 10 Bontomangape	
2008-2011	SMPN 2 Pangkaje'ne	
2011-2014	SMAN 11 Pangkaje'ne	IPA
2014-Sekarang	Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin	T. Sistem Perkapalan