

Rancang Bangun Robot *Boat*

Navigasi Tanpa Awak

Ryan L. Singgeta, Sherwin R.U.A Sompie, ST., MT, A.S.M. Lumenta ST., MT, J. O. Wuwung ST., MT.
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: ryansinggeta@gmail.com

Abstract--The development of technology in today's have improved to fast up to the various sides of human life. One of these development technology is the field of robotic. Unmanned robotic boat of navigation is a kind of mobile robot's that have the ability to navigate on the surface of the water. Robot in this research is equipped 5 sensor for detecting obstacles, and 1 compass sensor for detecting the direction of the wind. The robot is also equipped with 2 DC motors as the prime mover, in which two motor's is controlled by a microcontroller as the brain in this system. The programming language used the language of C++.

In this research had proved that the robot boat is able to avoid obstacles with a detection distance of 10-80 cm and a navigation tool compass can be indicate the direction of the wind from 0⁰-359⁰ which also became the destination for the movement of robot . In this research can be concluded that overall of navigation system on the robot boat can worked automatically well.

Key Words : Control System, Microcontroller, Robot Boat, Unmanned Aerial Vehicle Navigation..

Abstrak--Perkembangan teknologi pada zaman sekarang ini telah mengalami peningkatan sedemikian pesatnya hingga ke berbagai sisi kehidupan manusia. Salah satu berkembangnya teknologi saat ini adalah di bidang robotika. Robot *boat* navigasi tanpa awak merupakan sejenis *mobile robot* yang memiliki kemampuan untuk bernavigasi diatas permukaan air secara otomatis. Robot *boat* pada penelitian ini dilengkapi dengan 5 buah sensor jarak sebagai pendeteksi halangan, dan 1 buah sensor kompas sebagai pendeteksi arah mata angin. Robot ini juga dilengkapi dengan 2 buah motor DC sebagai penggerak utama, dimana kedua motor ini dikendalikan oleh mikrokontroler sebagai otak pada sistem ini. Untuk bahasa pemrogramannya menggunakan bahasa pemrograman C++.

Dari penelitian ini robot *boat* yang dirancang mampu menghindari halangan dengan jarak deteksi 10-80 cm dan juga terlihat sensor kompas sebagai alat navigasi dari robot *boat* dapat berfungsi dengan baik dalam menunjukkan arah mata angin dari 0⁰-359⁰ yang juga menjadi arah tujuan untuk pergerakan robot . Dengan demikian secara keseluruhan sistem navigasi pada robot *boat* dapat berfungsi dengan baik secara otomatis.

Kata Kunci : Control System, Mikrokontroler, Navigasi Tanpa Awak, Robot Boat.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada zaman sekarang ini telah mengalami peningkatan sedemikian pesatnya hingga ke berbagai sisi kehidupan manusia. Salah satu berkembangnya teknologi saat ini adalah di bidang kerobotan.. Dalam dunia robotika khususnya *mobile robot* seringkali ditemukan bahwa robot berjalan tanpa arah dan tujuan akibatnya robot tersebut nyasar. Berdasarkan hal tersebut di atas , penulis mencoba untuk merancang sebuah *mobile robot* yang memiliki kemampuan untuk bernavigasi atau penjelajah di atas air secara otomatis sesuai arah yang di inginkan dengan perpaduan antara *hardware* dan *software*. *Mobile robot* yang di rancang adalah robot *boat* / kapal tanpa awak. Robot tersebut terdiri atas komponen sensor yang

bekerja sebagai navigasi robot adalah modul kompas CMPS03 dimana sensor ini mampu mendeteksi arah mata angin bumi yang sebenarnya sehingga robot bisa berjalan sesuai arah mata angin yang di inginkan. Robot *boat* tersebut juga memiliki sensor *SHARP GP2Y0A21YK* yang dapat mendeteksi adanya objek berkisar antar 10 cm-80 cm, jarak yang di deteksi sensor menjadi acuan bagi robot untuk menentukan arah belokan, dan menghindari halangan yang berada disekitarnya. Sebagai pengontrol aktuatornya adalah *DI - Driver Motor L298N* pada 2 buah motor DC yang bertujuan untuk sebagai pengatur arah dan kecepatan robot agar bisa bergerak dan berpindah ke posisi yang di tentukan.

Hal inilah yang mendorong penulis bertekad memecahkan masalah ini dengan menentukan judul tugas akhir yaitu “ Rancang bangun Robot *Boat* Navigasi tanpa awak “.

II. LANDASAN TEORI

A. Robotika

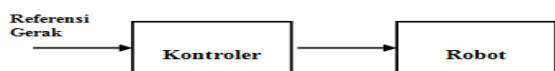
Robot berasal dari bahasa *Czech*, robota, yang berarti pekerja. Pada dasarnya robot di buat untuk mendukung dan membantu pekerjaan manusia, seperti yang terlihat di bidang industri dimana robot dapat meningkatkan hasil produksi. Kata robot di perkenalkan dalam bahasa Inggris pada tahun 1921 oleh Wright Karel Capek dalam satu drama satiriknya ,R.U.R (*Rossum’s Universal Robot*). Robot adalah hasil rakitan manusia yang bisa bekerja tanpa mengenal lelah. Awalnya robot adalah pengganti tenaga manusia. Namun ,untuk menjaga jangka waktu ke depan robot mengambil posisi manusia sepenuhnya dan bahkan mengganti ras manusia dengan beragam jenis robot (Fu, K.S., Gonzales , R.C.,et. Al., 1987 :1 dan 4).

Sistem kendali merupakan suatu proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variabel*, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam rangkuman harga (*range*) tertentu. Dalam istilah lain disebut juga teknik pengaturan, sistem pengendalian atau sistem pengontrolan. Ditinjau dari segi peralatan dan instrument yang digunakan, sistem kendali terdiri dari berbagai susunan komponen fisik yang digunakan untuk mengarahkan aliran energi ke suatu mesin atau proses agar dapat menghasilkan prestasi yang diinginkan.

B. Sistem kontrol Robotika

Sistem kontrol adalah suatu proses pengaturan/pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variabel*, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam rangkuman harga (*range*) tertentu. Dalam istilah lain disebut juga teknik pengaturan, sistem pengendalian atau sistem pengontrolan ON/OFF. Sistem kontrol robotik pada dasarnya terbagi menjadi dua kelompok, yaitu sistem kontrol loop terbuka (*open loop*) dan *loop* tertutup (*close loop*). Diagram kontrol loop terbuka pada sistem robot dapat dinyatakan pada gambar 1.

Kontrol *loop* terbuka atau umpan maju (*feedforward control*) dapat dinyatakan sebagai sistem kontrol yang outputnya tidak diperhitungkan ulang oleh kontroler.



Gambar 1. Sistem Kendali Lup Terbuka

Keadaan apakah robot benar – benar telah mencapai target seperti yang dikehendaki sesuai referensi, adalah tidak dapat mempengaruhi kerja kontroler.

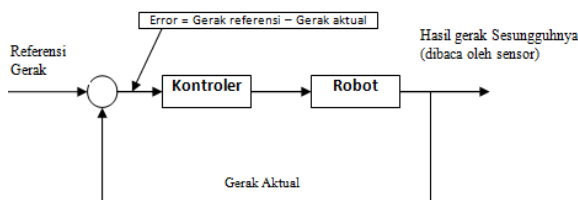
Kontrol ini sesuai untuk sistem operasi robot yang memiliki aktuaktor yang beroperasi berdasarkan logika berbasis konfigurasi langkah sesuai urutan, misalnya motor *stepper*. *Stepper* motor tidak perlu dipasang sensor pada porosnya untuk mengetahui posisi akhir. Jika dalam keadaan berfungsi baik dan tidak ada masalah beban lebih maka *stepper* motor akan berputar sesuai dengan perintah kontroler dan mencapai posisi target dengan cepat.

Pada gambar 2, jika gerak hasil gerak aktual telah sama dengan referensi maka input kontroler akan nol. Artinya kontroler tidak lagi memberikan sinyal aktusi kepada robot karena target akhir perintah gerak telah diperoleh. Makin kecil *error* maka makin kecil pula sinyal pengemudian kontroler terhadap robot, sampai akhirnya mencapai kondisi tenang (*steady state*). Referensi gerak dan gerak aktual dapat berupa posisi (biasanya didefinisikan melalui kedudukan ujung lengan terakhir / *end of effector*), kecepatan, akselerasi atau gabungan diantaranya. *Control* bersifat konvergen jika dalam rentang waktu pengontrolan nilai *error* menuju nol, dan keadaan dikatakan stabil jika setelah konvergen kontroler mampu menjaga agar error selalu nol. dua pengertian dasar; konvergen dan stabil adalah sangat penting dalam *control loop* tertutup.

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian serta perancangan alat ini dilakukan pada bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013. Pada perancangan robot *boat* navigasi tanpa awak ini dilakukan beberapa kali percobaan dalam merancang robot yang dapat berjalan pada lintasan/arena secara otomatis sesuai dengan arah mata angin yang diperintahkan dengan mengatur pengendali dan pemrograman robot. Tempat penelitian dan perancangan alat dilaksanakan di Laboratorim Teknik Kendali dan kediaman penulis.



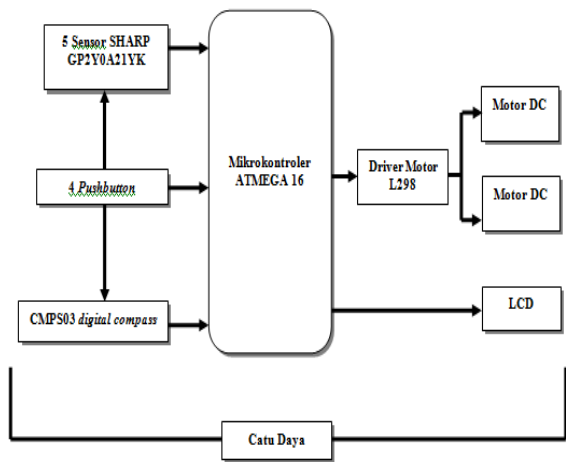
Gambar 2. Sistem Kendali Lup Tertutup

B. Konsep Dasar Perancangan Alat

Perancangan robot *boat* navigasi tanpa awak memerlukan konsep yang baik dan teratur agar bisa menghasilkan robot yang bisa bergerak sesuai dengan tujuan. Dalam perancangan sistem robot *boat* terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras dalam perancangan robot yang akan dibangun meliputi mikrokontroler ATMEGA 16, 5 buah sensor SHARP GP2Y0A21YK, CMPS03 digital compass, DI-Driver Motor L298N, 4 buah pushbutton, LCD serta catu daya. Berikut ini merupakan penjelasan secara umum dalam perancangan alat secara keseluruhan yang dapat dilihat pada gambar 3.

C. Perangkat keras Dan Perangkat Lunak

Perangkat keras yang digunakan, yaitu : *DI – Smart AVR System* mikrokontroler ATMEGA 16, *DI- Driver Motor* L298N, 2 buah *DI- Smart Extension Board*, 5 buah sensor SHARP GP2Y0A21YK, Devantech CMPS03 digital compass , *DI-Smart LCD16X2 Board*, 2 buah motor DC 12 volt, resistor 10KΩ, 4 buah pushbutton, papan PCB matrix, molex conector white, mur dan baut, spacer , plat Acrylic, saklar on/off, kabel 6 jalur, battery Li-po 12 volt, 1.3 Ampere, charger battery dengan merek G.T. Power Rc, plat aluminium , propeller, papan kayu, resin 500 ml, catalis 100 ml, Mat 50x50 cm, talc 500 gram, software CAVR 2.05, led warna merah, laptop TOSHIBA Satellite L510, kolam renang Bestway Deluxe Rectangular Family Pool 54043” ukuran 305x253x56 cm yang dapat dilihat pada gambar 13, sedangkan perangkat lunaknya adalah software CAVR 2.05.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Robot Boat Navigasi Tanpa Awak

D. Perancangan Perangkat Keras DI – Smart AVR System ATMEGA16

DI – Smart AVR System ATMEGA16 adalah sebuah modul elektronika yang berdasar pada rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR (sistem AVR) ATMEGA16 seperti pada gambar 4 yang telah dilengkapi dengan modul downloader yang juga dapat berfungsi sebagai antarmuka komunikasinya dengan komputer melalui PORT USB.

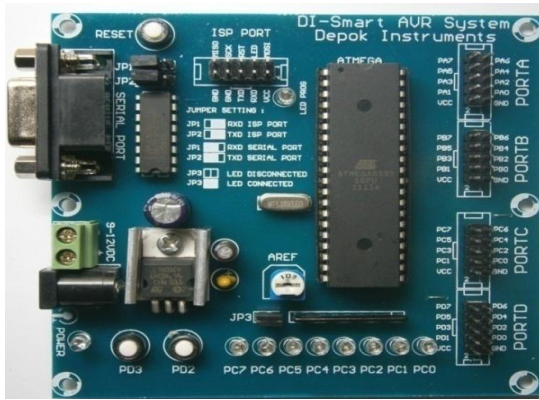
E. Perancangan Perangkat Keras Sensor SHARP GP2Y0A21YK

Robot *boat* navigasi tanpa awak ini menggunakan modul sensor jarak untuk mendeteksi halangan sekitar sehingga robot secara otomatis bisa menghindari halangan seperti pada gambar 5. Sensor jarak yang digunakan pada robot *boat* adalah sebanyak 5 buah sensor jarak. Sensor jarak tersebut adalah sensor jarak analog yang menggunakan infrared untuk mendeteksi jarak antara 10 cm sampai 80 cm, sehingga robot tersebut dapat menghindari tabrakan dari benda yang berada di depannya atau objek yang terdeteksi oleh sensor tersebut. Cara kerja sensor ini yaitu LED memancarkan inframerah dan terjadi pemantulan dari suatu objek yang berada di depannya ke penerima sinar inframerah lalu diproses menjadi sinyal yang menjadi keluaran ke mikrokontroler.

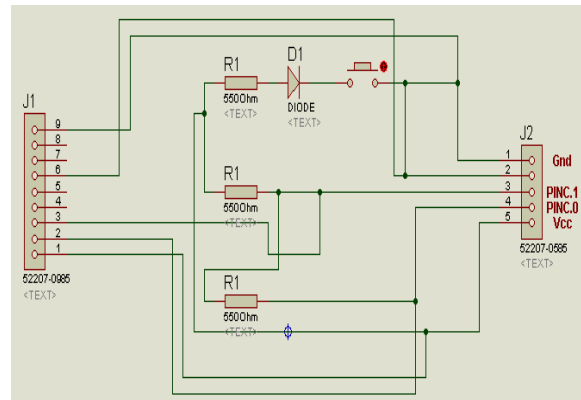
Sensor jarak yang digunakan sebanyak 5 buah yang dihubungkan ke modul *DI – Smart AVR System*. Jadi sensor tersebut memiliki 15 pin yang terhubung langsung ke PORTA dari modul *DI – Smart AVR System*. Pin – pin tersebut sudah termasuk 10 pin vcc dan ground yang dihubungkan parallel dan disuplai oleh modul mikrokontroler tersebut sebesar 5 volt. Sedangkan 5 pin lainnya adalah v0 atau tegangan keluaran dari sensor yang menjadi input dari mikrokontroler seperti pada gambar 6. Hubungan 5 buah sensor jarak dengan *DI – Smart AVR System* seperti pada tabel I.

TABEL I. HUBUNGAN SHARP GP2Y0A21YK DENGAN *DI – SMART AVR SYSTEM*

Sensor Jarak	<i>DI – Smart AVR System</i>
Vcc	Vcc
Gnd	Gnd
Vout 0	PINA.0
Vout 1	PINA.1
Vout 2	PINA.2
Vout 3	PINA.3
Vout 4	PINA.4



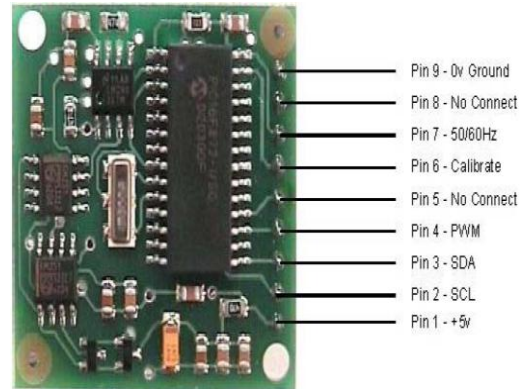
Gambar 4. Modul *DI – Smart AVR System* ATMEGA16



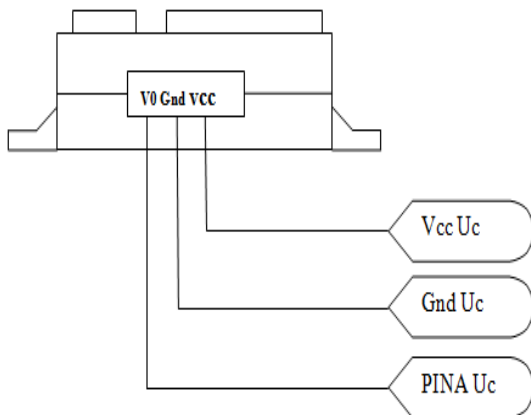
Gambar 7. Koneksi Modul Kompas CMPS03 dengan *DI – Smart AVR System*



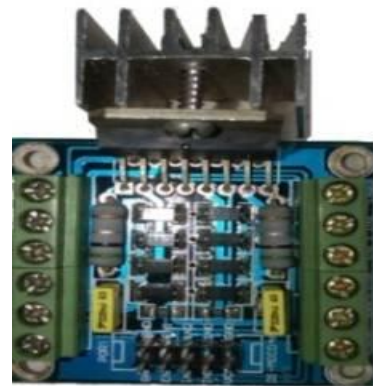
Gambar 5. Sensor Jarak *SHARP GP2Y0A21YK*



Gambar 8. Modul Kompas CMPS03



Gambar 6. Koneksi *SHARP GP2Y0A21YK* dengan *DI – Smart AVR System*



Gambar 9. Modul *DI – Driver Motor*

Berdasarkan tabel I, penulis melakukan koneksi pin Vout dari sensor jarak ke PINA DI – Smart AVR System, dikarenakan pada modul tersebut terdapat chip ATMEGA16 yang menyediakan pin khusus untuk mengolah data ADC. Hal ini disebabkan output dari sensor jarak adalah analog.

Output analog dari sensor tersebut sangatlah tidak linier. Jadi sensor tersebut, perlu adanya proses kalibrasi. Dalam proses kalibrasi perlu adanya persamaan jarak dari sensor jarak dengan menggunakan ADC 8 bit agar bisa didapat jarak yang benar dan linier. Berikut ini persamaan jarak untuk sensor jarak.

$$\text{Jarak} = \frac{1}{(0.037 * V_{out}) - 0.003} - 1.42 \tag{1}$$

Nilai dari variabel Vout pada persamaan diatas masih merupakan tegangan keluaran (Volt) sensor jarak tersebut, sehingga perlu perubahan dari nilai biner ADC 8 bit ke dalam bentuk tegangan keluaran sensor (Vout) tersebut, caranya:

$$V_{out} = \frac{\text{Data ADC}}{52.040} \tag{2}$$

Nilai dari 52.040 pada persamaan (2) di dapat dari 255 di bagi tegangan referensi. Untuk tegangan referensi adalah tegangan yang disuplai dari DI – Smart AVR System yaitu sebesar 4.9 volt. Disamping itu, disaat proses kalibrasi LCD dihubungkan ke mikrokontroler untuk menampilkan data jarak sensor yang telah dikalibrasi.

F. Perancangan Perangkat Keras Modul Kompas CMPS03

Robot boat dirancang untuk bisa bernavigasi di atas air sesuai arah mata angin yang ditentukan. Untuk itu perlu adanya modul yang telah dirancang khusus untuk menentukan arah mata angin yang sebenarnya. Salah satunya modul kompas CMPS03 seperti pada gambar 8.

TABEL II. KETERANGAN KONEKSI SENSOR ARAH DENGAN DI – SMART AVR SYSTEM

Sensor Arah	DI – Smart AVR System
J1 (9) 0v Ground	J2 (1) Gnd Uc
J1 (6) Calibrate	-
J1 (3) SDA	J2 (3) PINC.1
J1 (2) SCL	J3(4) PINC.0
J1 (1) Vcc +5v	Vcc Uc

Modul kompas tersebut merupakan kompas digital buatan Devantech Ltd yang sangat baik di gunakan pada mobile robot agar memiliki kemampuan menjelajah dan system navigasi yang dapat memberikan informasi arah dengan baik dan efektif. Sehingga robot dapat memutuskan dengan benar ke arah mana seharusnya bergerak untuk mencapai tujuan yang di inginkan. Arah mata angin yang akan diperintahkan yaitu utara (0⁰), timur (90⁰), selatan (250⁰), dan barat (270⁰). modul CMPS03 sesuai dengan arah mata angin yang benar dan tepat maka perlu adanya kalibrasi, untuk itu penulis merancang sebuah rangkaian sederhana dalam melakukan kalibrasi dengan metode pin. Lihat gambar 7.

Untuk tabel koneksi modul kompas dengan DI – Smart AVR System dapat dilihat pada tabel II. Berikut ini persamaan untuk mengubah bacaan sensor arah yaitu biner 8 bit dikonversi ke satuan derajat kompas.

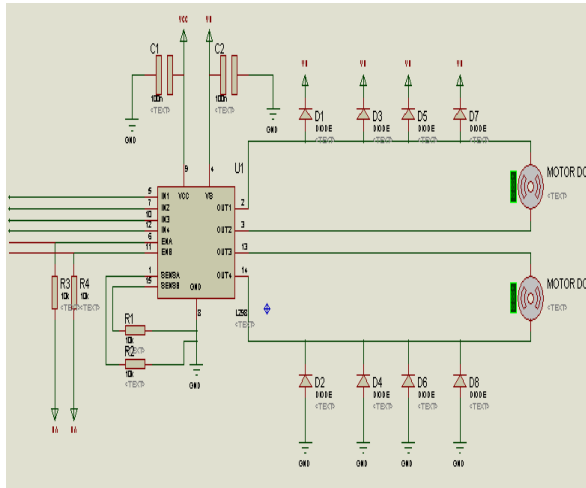
$$\text{Derajat} = \frac{\text{Data}}{255} * 359 \tag{3}$$

G. Perancangan Perangkat Keras Aktuator Robot

Untuk menghindari dinding dan bergerak sesuai arah mata angin, maka robot boat harus dapat mengendalikan perputaran rodanya serta kecepatan robot. Robot boat ini menggunakan 2 buah motor DC 6Volt, untuk menggerakkan propeller kanan dan kiri. Untuk itu perlu adanya pengontrol motor DC agar putaran dan kecepatannya bisa dikendalikan dengan teratur. Pengontrol motor DC saya menggunakan modul DI – driver motor L298N yang dapat dilihat pada gambar 9. Modul tersebut menggunakan IC driver L298N yang memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 4A dan tegangan maksimum 46 VoltDC untuk satu kanalnya. Untuk pin Enable A dan B untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor dihubungkan ke PORTD.4 dan PORTD.5. Berikut ini adalah tabel III koneksi antara DI – driver motor L298N dengan DI – Smart AVR System.

TABEL III. HUBUNGAN DI – DRIVER MOTOR L298N DENGAN DI – SMART AVR SYSTEM

DI – driver motor L298N	DI – Smart AVR System
Vcc	Vcc
Gnd	Gnd
IN0	PORTD.0
IN1	PORTD.1
IN2	PORTD.2
IN3	PORTD.3
EN1	PORTD.4
EN2	PORTD.5



Gambar 10. Skematik Modul DI – Driver Motor L298N



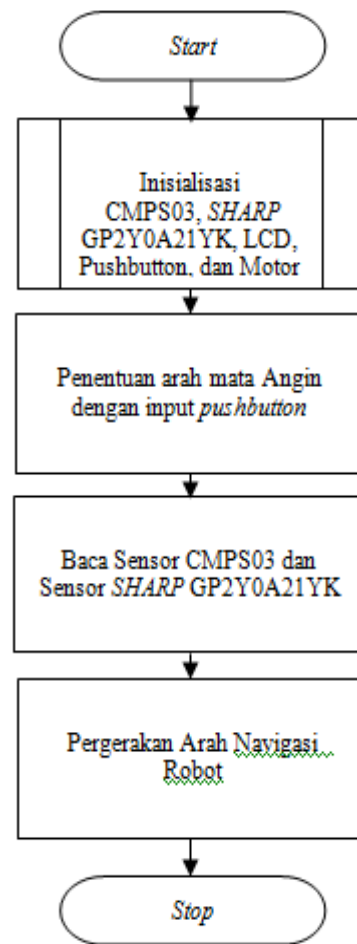
Gambar 13. Arena Robot Boat Navigasi Tanpa Awak



Gambar 11. Foto Robot Boat Tampak Atas



Gambar 12. Foto Robot Boat Tampak Samping



Gambar 14. Diagram Alir Program Utama Robot

Berdasarkan tabel III dapat dilihat bahwa *DI – driver* motor L298N dikoneksikan langsung ke *DI – Smart AVR System* melalui 5 pin pada PORTD yaitu pada PORTD.0 - PORTD.5 sebagai output untuk robot *boat*. Sedangkan 2 pin untuk *vcc* dan *ground* yang disuplai langsung dari modul mikrokontroler tersebut sebesar 5 volt. Pin IN0 sampai dengan pin IN3 adalah untuk mengendalikan putaran kedua motor. Untuk pin *Enable A* dan *B* untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor dihubungkan ke PORTD.4 dan PORTD.5. Pin *Enable* diberi *VCC 5 Volt* untuk kecepatan penuh dan *PWM (Pulse Width Modulation)* untuk kecepatan rotasi yang bervariasi tergantung dari level highnya. Skema rangkaian *DI – driver* motor L298N dapat dilihat pada gambar 10. Berikut ini persamaan untuk melakukan konversi dari tegangan (volt) menjadi data 8 bit.

$$\text{Nilai bit} = \frac{V_{out}}{12.35} * 255 \quad (4)$$

V_{out} pada persamaan diatas adalah tegangan keluaran yang akan disuplai ke dua motor DC pada robot *boat*, sedangkan 12.35 adalah tegangan masukan langsung dari baterai ke driver motor. Dan berikut ini adalah persamaan V_{out} perhitungan.

$$V_{out} \text{ perhitungan} = \frac{\text{Nilai bit}}{255} \quad (5)$$

H. Perancangan Perangkat Keras Catu Daya Robot

Rangkaian catu daya ini berfungsi untuk mensuplai tegangan ke seluruh komponen pada robot *boat*. Penulis menggunakan suplai ke catu daya dari 1 buah baterai Li-po 12 volt, 1.3 Ampere yang diparalelkan dengan 4 buah dioda. Pada rangkaian ini terdapat 2 buah keluaran, yaitu 12 Volt ke mikrokontroler dan 12 volt ke driver motor L298N. Keluaran 12 Volt dibutuhkan oleh mikrokontroler, agar bisa sekaligus mensuplai sensor jarak *SHARP GP2Y0A21YK*, LCD, *pushbutton*, dan *CMPS03 digital compass* secara paralel.

I. Perancangan Body Dan Mekanik Robot Secara Keseluruhan

Perancangan *body* robot *boat* ini di buat dari bahan – bahan kimia yang diolah sehingga menjadi *fiber*. *Fiberglass* atau sering diterjemahkan menjadi serat gelas adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005 mm – 0,01 mm. Serat

ini dapat dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain, yang kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi untuk digunakan sebagai badan mobil dan bangunan kapal.

Robot *boat* dirancang dengan ukuran 42cm x 14.5cm x 14.5 cm. Pada kerangka robot *boat* dirancang 2 lantai, dimana lantai dasar diletakkan baterai Li-po 12 volt, lantai 1 diletakkan *acreluc* berbentuk persegi panjang dengan ukuran 22cm x 10.5 cm dan lantai 2 diletakkan *acreluc* dengan ukuran 10 cm x 6 cm. Pada lantai 1, bagian atas diletakkan *DI – Smart AVR System*, *DI- Driver Motor L298N*, 2 buah *DI- Smart Extension Board*, dan LCD yang tersangga dengan baut, mur, serta *specer*. Pada lantai 2 sebagai tempat untuk rangkaian catu daya. Kerangka robot *boat* memiliki atap yang terbuat dari *acreluc* 23.5 cm x 11 cm. Di bagian bawah atap diletakkan rangkaian *pushbutton* yang disangga oleh baut dan mur. Kemudian pada *acreluc* dari atap tersebut ditancap oleh 4 *pushbutton* dan 1 buah saklar ON/OFF. Pada bagian depan robot dipasangkan 5 buah sensor jarak *SHARP GP2Y0A21YK* sebagai pendeteksi halangan yang berada di sekitarnya dan untuk penggerak robot *boat* menggunakan 2 buah motor DC yang masing – masing motor dipasangkan propeller agar bisa mendorong maju dan mundur yang dapat dilihat pada gambar 11 dan gambar 12.

J. Perancangan Perangkat Lunak Pengontrol Robot

Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman melalui mikrokontroler sebagai system. CPU, memori dan I/O yang dirangkai dalam satu mikrokontroler merupakan parameter pendukung dalam perancangan perangkat lunak untuk menjalankan sistem. Dalam menyusun diagram alir diusahakan dapat membagi proses yang kompleks menjadi sub program yang lebih kecil, sehingga pencarian kesalahan akan lebih mudah. Diagram alir program utama dapat dilihat pada gambar 14. Program utama akan diproses sebagai berikut: Setelah sistem dijalankan, program akan dieksekusi ketika mikrokontroler mendapat tegangan 5 Volt, inialisasi pada sensor *CMPS03*, *SHARP GP2Y0A21YK*, *pushbutton*, LCD, dan Driver motor, penentuan arah mata angin dengan input 4 buah *pushbutton*, dimana robot akan diberi 4 pilihan arah mata angin, yaitu utara, timur, barat, dan selatan, bacaan dari sensor *SHARP GP2Y0A21YK* yaitu dalam bentuk data jarak halangan dengan satuan centimeter sedangkan sensor *CMPS03* berupa arah mata angin dengan satuan derajat, dan robot *boat* akan bergerak sesuai arah mata angin yang telah ditentukan. Diagram

alir jalankan robot dari input sensor CMPS03 dan sensor SHARP GP2Y0A21YK dapat dilihat pada gambar 16. Untuk pergerakan robot dirancang dapat dilihat pada tabel IV.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Jarak SHARP GP2Y0A21YK

Hal yang perlu diutamakan pada sensor jarak analog adalah linieritas dari pembacaan sensor tersebut. Untuk itu penulis melakukan pengujian kembali pada bacaan sensor yang menurut spesifikasinya mampu mendeteksi jarak halangan dari 10cm – 80 cm. Agar sensor tersebut linier maka perlu untuk mengkalibrasi data vout dari sensor tersebut. Hasil kalibrasi data dari sensor jarak dapat dilihat pada tabel V.

TABEL IV. PERGERAKAN ROBOT

Posisi Sensor SHARP	Posisi Sensor CMPS03	Aksi Robot	Motor Kiri		Motor Kanan	
			PWM	Arah	PWM	Arah
1	-	mundur_kiri	255	CW	255	CCW
2	-	kanan	100	CW	100	CCW
3	-	kanan_cepat	150	CW	150	CCW
4	-	kanan_cepat	150	CW	150	CCW
5	-	kanan_cepat	150	CW	150	CCW
6	Sesuai Arah	Sesuai Arah	-	-	-	-
7	-	kiri	100	CCW	100	CW
8	-	kiri_cepat	150	CCW	150	CW
9	-	kiri_cepat	150	CCW	150	CW
10	-	kiri_cepat	150	CCW	150	CW
11	-	kanan_cepat	150	CW	150	CCW
12	-	mundur_kiri	255	CW	255	CCW
13	-	kiri_cepat	150	CCW	150	CW
14	-	kiri_cepat	150	CCW	150	CW
15	-	kanan_cepat	150	CW	150	CCW
16	Sesuai Arah	Sesuai Arah	-	-	-	-
17	Sesuai Arah	Sesuai Arah	-	-	-	-

TABEL V. KALIBRASI DATA SENSOR SHARP GP2Y0A21YK

No	Jarak Percobaan (Cm)	V out	Jarak Perhitungan (Cm)
1	10	2.38	9.06
2	15	1.78	14.5
3	20	1.37	19.5
4	25	1.12	24.6
5	30	0.95	29.7
6	35	0.84	34.2
7	40	0.75	39
8	45	0.67	44.5
9	50	0.62	48.7
10	55	0.6	52.8
11	60	0.52	58.8
12	65	0.48	64.7
13	70	0.44	73.9
14	75	0.41	76
15	80	0.39	80.7

Data Vout pada tabel diatas didapat dari pengukuran tegangan dengan menggunakan multimeter digital. Data tersebut dimasukkan ke persamaan (1), misalkan penulis mengambil 1 sampel data dengan Vout 2.38 :

$$\text{Jarak} = \frac{1}{(0.037 * 2.38) - 0.003} - 1.42$$

Jarak = 9.06 cm

Pada gambar grafik 18 terlihat bahwa semakin jauh halangan maka semakin kecil pula Voutnya begitu juga sebaliknya, hal ini disebabkan karena perbedaan sudut pantulan sinar inframerah ke halangan dari jarak dekat dan jauh. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sensor tersebut mampu mendeteksi jarak dari 10 – 80 cm yang bisa ditampilkan ke LCD dengan benar dan tepat.

B. Pengujian Sensor CMPS03

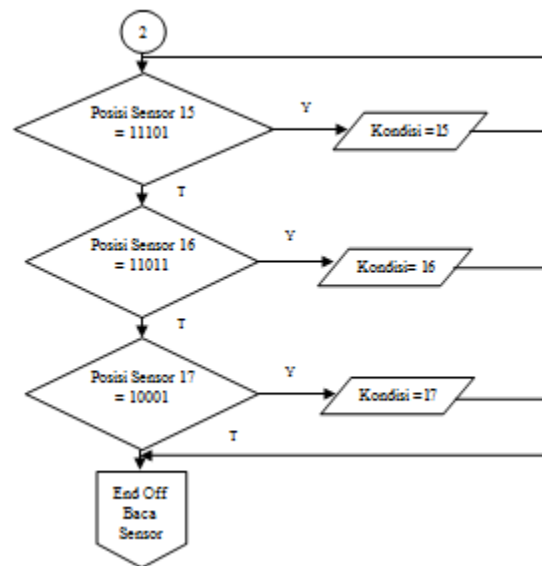
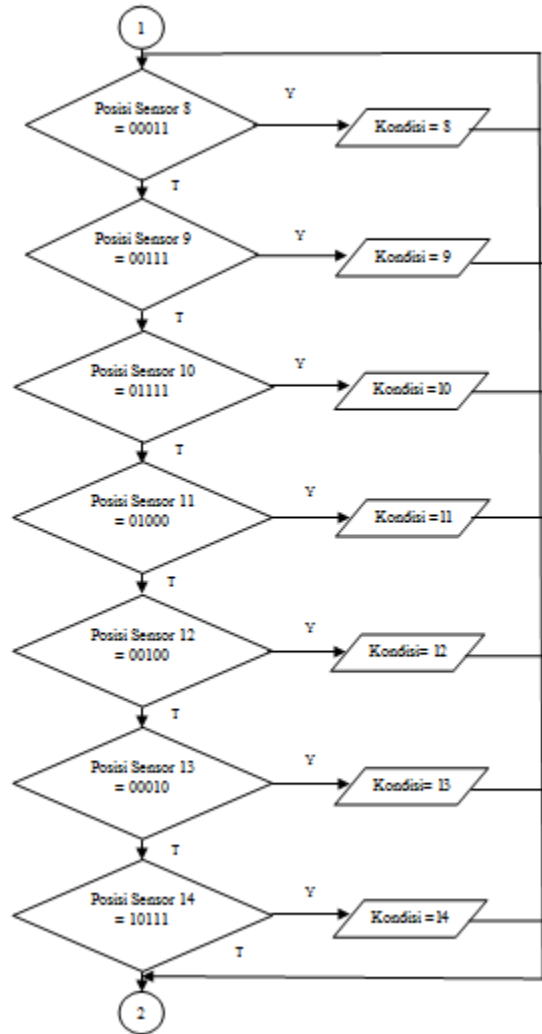
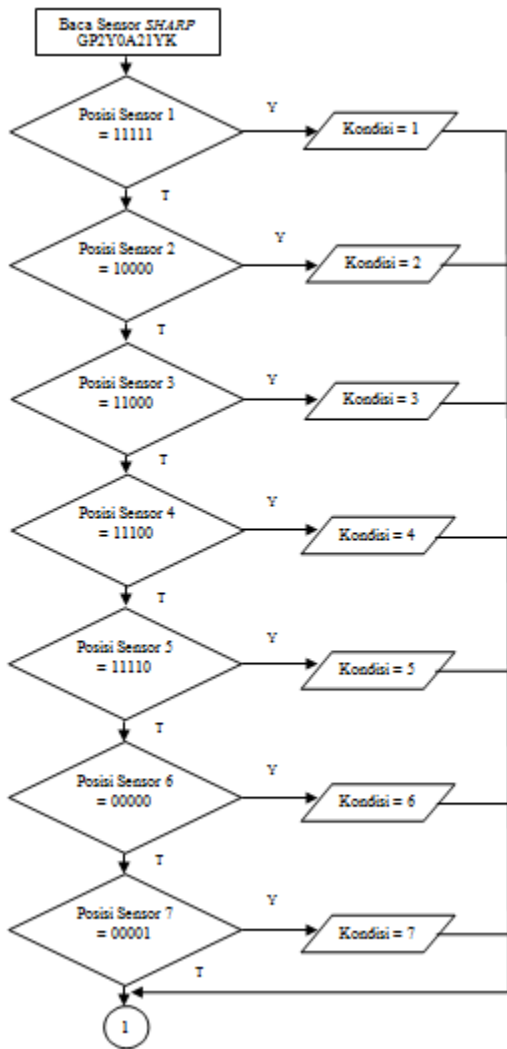
Pada tahap pengujian sensor ini, yang dilakukan adalah mengkalibrasi data dari sensor tersebut dengan menggunakan metode pin. Langkah – langkah dalam menggunakan metode ini dapat dilihat pada bab – bab sebelumnya. Penulis menampilkan data bacaan sensor arah ke LCD agar lebih mudah dalam melakukan kalibrasi pada sensor tersebut. Hasil pengujian data dari sensor dapat dilihat pada tabel VI.

TABEL VI. PENGUJIAN DATA SENSOR CMPS03

Derajat	Desimal	Biner
0	0	00000000
30.97	22	00010110
67.58	48	00110000
90.1	64	01000000
119.7	85	01010101
150.6	107	01101011
180.2	128	10000000
201.3	143	10001111
242.1	172	10101100
270.3	192	11000000
301.3	214	11010110
330.8	235	11101011
359	255	11111111



Gambar 15. Posisi Start Arah Utara



Gambar 16. Diagram Alir Jalan Robot

Bacaan data dari sensor arah adalah nilai biner 8 bit. Jadi datanya yang dibaca bilangan desimal dari 0 – 255. Untuk mengkonversi data tersebut ke satuan derajat maka penulis menggunakan persamaan 3. Misalkan penulis mengambil 1 sampel data yaitu bit 64 untuk disubsitusikan ke persamaan (3).

$$\text{Derajat} = \frac{64}{255} * 359$$

$$\text{Derajat} = 90.1$$

Jadi, hasil konversi yang didapat dari bilangan desimal 64 adalah 90.1 derajat. Untuk hasil konversi dari data yang lain dapat dilihat pada tabel 4.2. Dari hasil pengujian kalibrasi sensor arah dapat dilihat bahwa sensor tersebut mampu memberikan data arah yang telah dikonversi ke dalam derajat dengan tepat.

C. Pengujian DI - Driver Motor L298N

Pada sistem robot *boat* pergerakan atau aktuatornya menggunakan 2 buah motor DC. Motor tersebut dikontrol oleh *DI - Driver Motor L298N*. Pada modul tersebut memiliki rangkaian driver L298N yang berfungsi sebagai sistem kemudi motor DC salah satunya mengatur tegangan keluaran motor yang nantinya menjadi referensi untuk kecepatan motor. Untuk itu penulis menghubungkan pin EN1 dan EN2 dari driver motor ke Pin 4 dan 5 pada PORTD sehingga dari mikrokontroler akan menghasilkan nilai PWM dengan mengatur nilai dari OCR1A dan OCR1B pada gambar 17. Untuk pengujian tegangan keluaran dari driver motor ke 2 buah motor DC yang diukur oleh multimeter digital dapat dilihat pada tabel VII.

TABEL VII. PENGUJIAN TEGANGAN KELUARAN DRIVER MOTOR

OCR1A (tpwm)	OCR1B (lpwm)	V Out A (tpwm) terukur	V Out B (lpwm) terukur	V Out perhitungan	Kecepatan Putaran Motor (rpm)
255	255	12.28	12.26	12.35	2347
225	225	10.89	10.84	10.89	2278
200	200	9.65	9.70	9.68	1852
175	175	8.42	8.32	8.47	1629
150	150	7.31	7.27	7.26	1526
125	125	6.10	6.07	6.05	1431
100	100	4.87	4.83	4.84	1365
75	75	3.68	3.65	3.63	1088
50	50	2.50	2.45	2.42	825
25	25	1.30	1.26	1.21	561
0	0	0	0	0	0

Tegangan keluaran dari driver motor dikonversi ke PWM dengan nilai 8 bit. Jadi, nilai bitnya mempunyai *range* dari 0 sampai 255 yang dikonversi dengan menggunakan persamaan (4). Sedangkan Untuk mendapatkan *Vout* perhitungan menggunakan persamaan (5). Misalkan penulis mengambil 1 sampel data yaitu nilai desimal 200.

$$\text{Vout perhitungan} = \frac{200}{255} * 12.35$$

$$\text{Vout perhitungan} = 9.68 \text{ volt}$$

Untuk Hasil kalkulasi dalam mendapatkan *Vout* perhitungan pada dari nilai bit lainnya dapat dilihat pada tabel VII. Dari data – data diatas penulis membuat grafik PWM terhadap tegangan yang terukur yang dapat dilihat pada gambar 18. Setelah melakukan pengujian tegangan keluaran yang menjadi referensi untuk kecepatan motor, penulis melanjutkan pengujian terhadap arah motor yang dikontrol dan dikendalikan oleh *driver* motor. Untuk pengujian arah 2 buah motor DC dapat dilihat pada tabel VIII. Pada robot *boat* dengan kondisi motor A dan motor B bergerak dengan putaran CCW maka akan robot tersebut akan bergerak maju lurus, ini terjadi karena bentuk dari *propeller* yang dimana jika diberikan putaran tersebut maka akan bekerja mendorong air sehingga membuat badan robot bergerak maju begitu juga sebaliknya apabila diberikan putaran CW maka air akan diserap sehingga badan robot tersebut bergerak mundur. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel VIII.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa driver motor mampu mengendalikan kecepatan serta arah putaran motor dan dapat digunakan pada robot *boat*.

TABEL VIII. PENGUJIAN ARAH 2 BUAH MOTOR DC

In1	In2	In3	In4	Data	Arah Motor		Aksi Motor
					A	B	
L	H	L	H	0101	CCW	CCW	Maju
H	L	L	H	1001	CW	CCW	Belok Kiri Cepat
L	H	H	L	0110	CCW	CW	Belok Kanan Cepat
L	L	L	L	0000	-	-	Berhenti
L	H	L	L	0100	CCW	-	Belok Kanan
L	L	L	H	0001	-	CCW	Belok Kiri
H	L	H	L	1010	CW	CW	Mundur
L	L	H	L	0010	-	CW	Mundur Kiri
H	L	L	L	1000	CW	-	Mundur Kanan
H	H	H	H	1111	-	-	Berhenti

D. Pengujian Robot Bernavigasi ke Arah Utara

Pada pengujian robot secara keseluruhan dilakukan pada lintasan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana kinerja dari robot tersebut dalam menghindari halangan dan bisa bernavigasi sesuai dengan arah mata angin yang telah ditentukan.. Langkah awal yang dilakukan penulis untuk pengujian arah navigasi robot yaitu ke arah utara untuk posisi start robot ke utara dapat dilihat pada gambar 15. Untuk menjalankan robot *boat* ke arah utara, penulis menekan *pushbutton* yang terhubung pada PINC.3. PIN tersebut telah diprogram untuk menjalakan perintah arah utara. Pada posisi start bagian depan robot menghadap ke arah 8°. Setelah itu robot akan bergerak ke arah tujuan yang dapat dilihat pergerakan robot dari posisi start sampai posisi akhir pada gambar 19. Dalam perjalanan robot menuju ke arah utara terekam 5 kondisi input sensor jarak, arah mata angin, serta output motor yang dapat dilihat pada tabel IX.

E. Pengujian Robot Bernavigasi ke Arah Barat

Langkah selanjutnya yang dilakukan penulis untuk pengujian arah navigasi robot yaitu ke arah barat. Untuk memerintahkan robot ke arah Barat, penulis menekan *pushbutton* yang terhubung ke PINC.5 karena PIN tersebut telah diprogramkan sebagai perintah untuk arah barat. Pada navigasi ini posisi start robot menghadap 258°.Pengujian perjalanan robot dari posisi start sampai robot tersebut berhenti dapat dilihat pada gambar 21. Kondisi robot yang terekam dari posisi start sampai terakhir baik input sensor jarak, arah mata angin, serta output motor dapat dilihat pada tabel XI.

TABEL IX. PENGUJIAN KONDISI INPUT DAN OUTPUT NAVIGASI UTARA

Kondisi	S0	S1	S2	S3	S4	Arah	Aksi Motor
1	30	60	65532	70	57	8	maju
2	23	42	129	108	77	14	belok kanan
3	51	61	66	60	78	42	belok kanan cepat
4	34	51	52	66	142	85	belok kanan cepat
5	51	179	64538	51	47	150	Berhenti

TABEL X. PENGUJIAN KONDISI INPUT DAN OUTPUT NAVIGASI TIMUR

Kondisi	S0	S1	S2	S3	S4	Arah	Aksi Motor
1	129	108	129	57	77	99	Maju
2	69	47	51	57	57	121	belok kanan cepat
3	24	37	35	40	66	145	belok kanan
4	40	38	179	64382	47	298	Berhenti

F. Pengujian Robot Bernavigasi ke Arah Timur

Langkah selanjutnya yang dilakukan penulis untuk pengujian arah navigasi robot yaitu ke arah timur. Untuk memerintahkan robot ke arah timur, penulis menekan *pushbutton* yang terhubung ke PINC.4 karena PIN tersebut telah diprogramkan sebagai perintah untuk arah barat. Pada navigasi ini posisi start robot menghadap 99°. Pengujian perjalanan robot dari posisi start sampai robot tersebut berhenti dapat dilihat pada gambar 20. Kondisi robot yang terekam dari posisi start sampai terakhir baik input sensor jarak, arah mata angin, serta output motor dapat dilihat pada tabel X.

G. Pengujian Robot Bernavigasi ke Arah Selatan

Arah selatan adalah langkah terakhir yang dilakukan oleh penulis untuk pengujian arah navigasi robot. Untuk perintah robot ke arah barat, penulis menekan *pushbutton* yang terhubung ke PINC. Posisi start robot diletakkan bagian depan menghadap 258°. Pengujian perjalanan robot dari posisi start sampai robot tersebut berhenti dapat dilihat pada gambar 22.

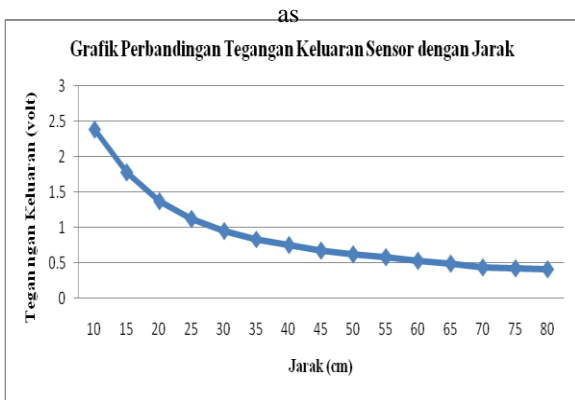
Pada hasil pengujian perjalanan robot menuju ke arah utara terekam 5 kondisi input sensor jarak, arah mata angin, serta output motor. Kondisi – kondisi tersebut dapat dilihat pada tabel XII.

TABEL XI. PENGUJIAN KONDISI INPUT DAN OUTPUT NAVIGASI BARAT

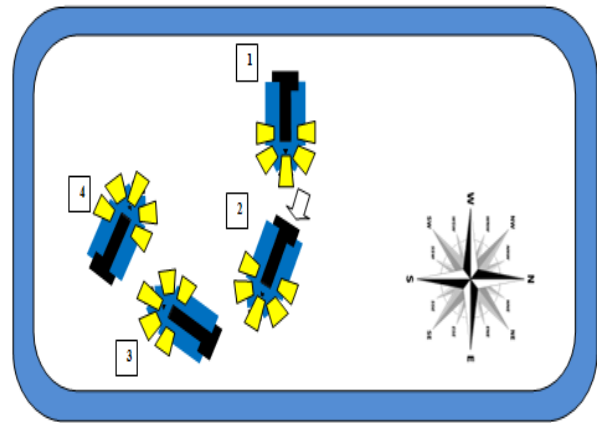
Kondisi	S0	S1	S2	S3	S4	Arah	Aksi Motor
1	69	51	93	117	129	258	Maju
2	69	30	36	57	179	265	belok kanan cepat
3	23	35	55	66	129	35	belok kanan
4	129	69	142	129	77	102	Berhenti

TABEL XII. PENGUJIAN KONDISI INPUT DAN OUTPUT NAVIGASI SELATAN

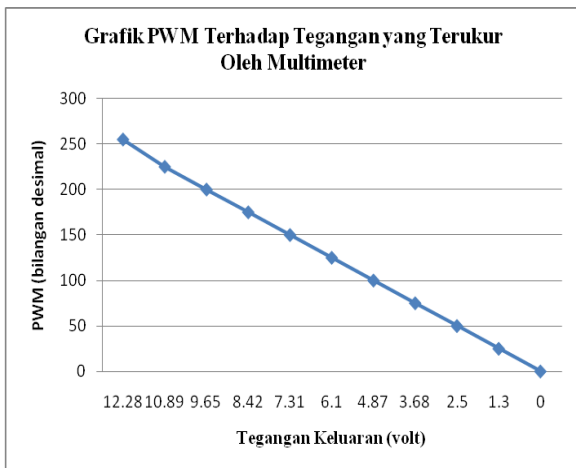
Kondisi	S0	S1	S2	S3	S4	Arah	Aksi Motor
1	36	69	65538	69	72	152	maju
2	36	67	129	93	69	159	maju
3	57	51	66	44	93	180	belok kanan cepat
4	51	23	47	129	53	278	belok kanan cepat
5	51	108	63278	66	47	11	berhenti



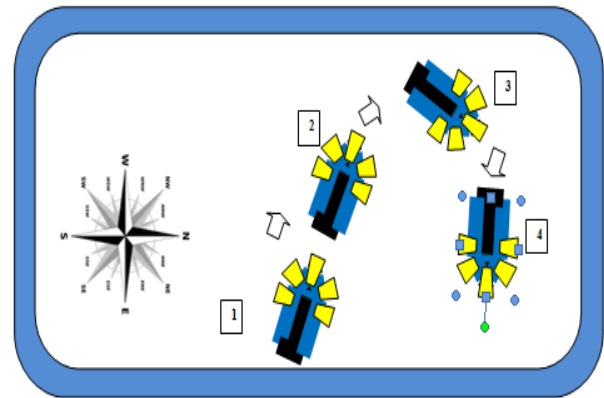
Gambar 17. Grafik Perbandingan Tegangan Keluaran Sensor dengan Jarak



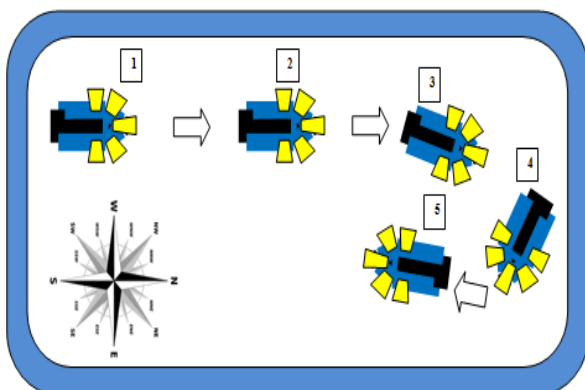
Gambar 20. Pengujian Robot Bernavigasi ke Arah Timur



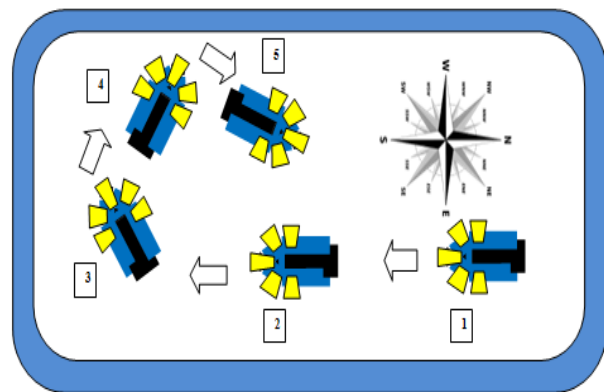
Gambar 18. Grafik PWM Terhadap Tegangan yang Terukur



Gambar 21. Pengujian Robot Bernavigasi ke Arah Barat



Gambar 19. Pengujian Robot Bernavigasi ke Arah Utara



Gambar 22. Pengujian Robot Bernavigasi ke Arah Selatan

III. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian dalam perancangan robot *boat* navigasi tanpa awak, maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan pelaksanaan dan hasil dari penelitian yaitu:

Mikrokontroler *DI-Smart AVR System* ATMEGA 16 dengan bahasa pemrograman C Code Vision AVR dapat dipergunakan sebagai pengontrol pada robot *boat* navigasi tanpa awak.

Telah dilakukan perancangan robot yang dapat bergerak sesuai empat arah mata angin yaitu utara ($\geq 324^\circ$ atau $\leq 45^\circ$), timur ($\geq 46^\circ$ dan $\leq 134^\circ$), selatan ($\geq 135^\circ$ dan $\leq 224^\circ$), dan barat ($\geq 225^\circ$ dan $\leq 325^\circ$), dimana program yang dibuat dapat berjalan dengan baik.

Sensor jarak *SHARP GP2Y0A21YK* merupakan bagian penting pada robot *boat*, dimana program yang dirancang dapat menghindari halangan yang berada disekitarnya dengan pendeteksian optimal pada jarak 10 - 80 cm.

DI-Driver Motor L298N bisa berfungsi dengan baik, dimana driver motor tersebut bisa berperan sebagai penggerak pada robot *boat* navigasi tanpa awak dalam pengontrolan kecepatan dan arah putaran motor.

B. Saran

Robot *boat* navigasi tanpa awak sebaiknya dilengkapi dengan sensor accelerometer sebagai pendeteksi keseimbangan dan sensor GPS sebagai pendeteksi posisi/keberadaan robot tersebut.

Menambah algoritma pemrograman robot *boat* navigasi tanpa awak agar robot dapat bekerja secara maksimal.

Robot *boat* dapat dikembangkan pada fungsi dan tugasnya seperti pemadam kebakaran, pengangkut barang otomatis, dan sebagainya.

Robot *boat* sebaiknya dilengkapi *Wireless Control* atau *remote control* sebagai salah satu cara agar robot tersebut bisa kembali ke posisi awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Heri, *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*, Informatika, Bandung, 2008.
- [2] B. Widodo. *Elektronika digital, 2008 +Mikroprosesor*, penerbit C.V ANDI OFFSET.
- [3] *Dt-avr Low Cost Micro*, (17 Oktober 2009) tersedia di : [System.http://www.riskydigital.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=442](http://www.riskydigital.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=442).
- [4] D.S.A. Bambang, *Nautika Kapal Penangkap Ikan Jilid 3*, Jakarta : Direktorat jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2008.
- [5] P. Endra, *Robotika : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. ANDI.Yogyakarta. . 2006.
- [6] P. M. Dwisnanto, ST. Rancang Bangun Robot Cerdas Semut Menggunakan Mikrokontroler AVR Atmega 16 Untuk Menentukan Lintasan Terpendek, Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2010.
- [7] S. Riyanto, *Robotika, Sensor, & Aktuator*, Graha Ilmu. Yogyakarta, 2007.