

Rancang Bangun Robot Cerdas Pelayan Restoran

Maysheila Priscilya Sembung.⁽¹⁾, Serwin R.U.A Sompie ST. MT.⁽²⁾, Arie S.M Lumenta ST. MT.⁽³⁾
(1)Mahasiswa, (2)Pembimbing 1, (3)Pembimbing 2,

Jurusan Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado-95115, Email: maysheilasembung@gmail.com

Abstrack-- *The development of industrial technology and automation encourages people to meet their needs quickly. So that the robotic technology is developed to assist and ease human's work in the future.*

Intelligent robot waitress robot is a robot that is created to replace the role of a waiter in a restaurant. This robot has the ability to deliver foods automatically. This reasearch using 4 pairs of LED and photodiode, a motor driver used to control 2 DC motors, 2 relay drivers to control DC motor for laying the food, ISD17240 module to produce sounds and the ATMEGA 16 microcontroller as the brain of this robot. The C Code Vision AVR is used as the Programming Language.

This research produce a robot that can deliver foods up to two destination table by following a track of black line. Time needed to get to the second table is longer than to the first table because of the track length differences. Thus, this intellingent robot waitress can function properly.

Keywords: *DI-Smart AVR, food delivery Robot, line follower, Microcontroller ATMEGA 16*

Abstrak-- Perkembangan teknologi dan otomasi industri mendorong manusia untuk memenuhi kebutuhannya dengan cepat. Sehingga dikembangkan teknologi robotika untuk membantu dan meringankan pekerjaan manusia di masa depan.

Robot cerdas pelayan restoran merupakan robot yang diciptakan untuk menggantikan peran seorang pelayan di restoran. Robot ini memiliki kemampuan untuk mengantarkan makanan secara otomatis. Penelitian ini menggunakan 4 pasang led dan photodiode, driver motor untuk mengendalikan 2 buah motor DC, 2 buah driver relay untuk mengendalikan motor DC untuk peletakan makanan, modul ISD17240 untuk menghasilkan suara dan mikrokontroler ATMEGA 16 sebagai otak pada sistem robot ini. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C Code vision AVR.

Penelitian ini menghasilkan robot yang dapat mengantarkan makanan menuju 2 meja tujuan dengan mengikuti lintasan berupa garis berwarna hitam. Waktu yang ditempuh untuk menuju ke meja kedua lebih lama dibandingkan menuju ke meja pertama karena perbedaan panjang lintasan. Dengan demikian secara keseluruhan sistem pada robot cerdas pelayan restoran ini dapat berfungsi dengan baik.

Kata Kunci : *DI-Smart AVR, Line follower, Mikrokontroler ATMEGA 16, Robot pelayan restoran.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan IPTEK dan otomasi industri yang semakin pesat, canggih dan modern mendorong manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan cepat, tepat dan efisien sehingga dikembangkan teknologi robot untuk membantu dan mempermudah pekerjaan manusia di masa datang.

Robotika merupakan perpaduan dari ilmu mekanik, elektronika dan komputer yang biasa disebut ilmu Mekatronika dan Intrumentasi Industri. Robot pengikut garis selama ini dikenal sebagai Kontes Robot Cerdas saja dan karena tuntutan zaman yang semakin berkembang pesat diharapkan pengembangan robot pengikut garis mampu dimanfaatkan fungsinya terutama di bidang industri.

Dengan perkembangan robot pengikut garis ini sebagai meja pengantar makanan otomatis diharapkan fungsi dari pelayan makanan dapat tergantikan dan juga mengoptimalkan kinerja dari tugas pelayan restoran karena manusia juga memiliki waktu istirahat.

Pembuatan robot-robot dengan keistimewaan khusus ini sangat berkaitan erat dengan adanya kebutuhan dalam dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan yang tinggi yang dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia ataupun untuk menyelesaikan pekerjaan yang tidak mampu diselesaikan oleh manusia. Hal ini terjadi karena robot memiliki banyak kelebihan yang tidak dimiliki manusia diantaranya menghasilkan output yang sama ketika mengerjakan suatu pekerjaan secara berulang-ulang, tidak mudah lelah, serta bisa menguntungkan pada para pengusaha atau perusahaan.

Robot *line follower* (robot pengikut garis) merupakan suatu jenis robot bergerak (mobile robot) yang mempunyai misi mendeteksi dan mengikuti suatu garis pandu yang telah dibuat pada bidang lintasan. Sementara perkembangan dunia robot sangat kurang di Fakultas Teknik Unsrat, sehingga penulis mengambil sebuah judul penelitian mengenai *Rancang Bangun Robot cerdas pelayan restoran, yang diharapkan dapat melakukan tugas dalam mengantarkan makanan secara tepat, cepat dengan mengikuti garis yang telah ditentukan.*

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem kontrol Robotika

Sistem kontrol adalah suatu proses pengaturan/pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variabel*, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam rangkaian harga (*range*) tertentu.

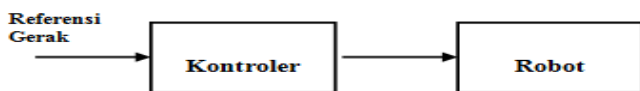
Dalam istilah lain disebut juga teknik pengaturan, sistem pengendalian atau sistem pengontrolan. Sistem kontrol robotik pada dasarnya terbagi menjadi dua kelompok, yaitu sistem kontrol loop terbuka (*open loop*) dan loop tertutup (*close loop*). Diagram kontrol loop terbuka pada sistem robot dapat dinyatakan pada gambar 1. Kontrol loop terbuka atau umpan maju (*feedforward control*) dapat dinyatakan sebagai sistem

kontrol yang outputnya tidak diperhitungkan ulang oleh kontroler.

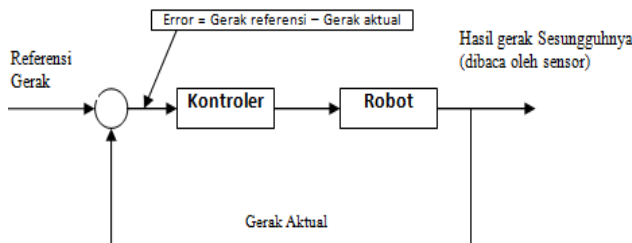
Keadaan apakah robot benar – benar telah mencapai target seperti yang dikehendaki sesuai referensi, adalah tidak dapat mempengaruhi kerja kontroler. Kontrol ini sesuai untuk sistem operasi robot yang memiliki aktuaktor yang beroperasi berdasarkan logika berbasis konfigurasi langkah sesuai urutan, misalnya 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*).

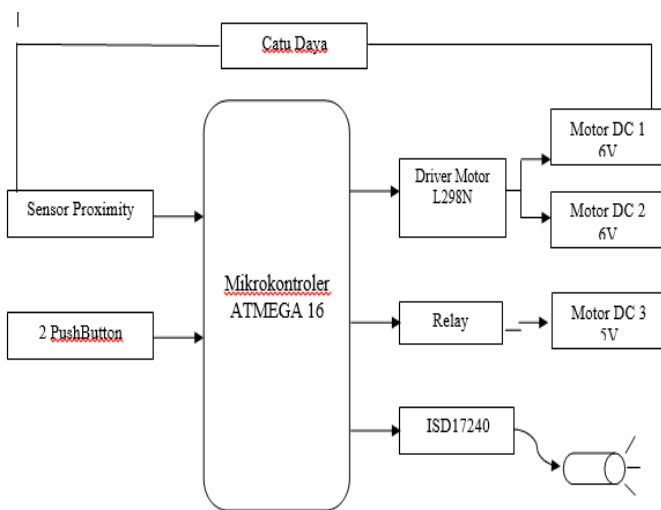
Pada gambar 3 menggambarkan sub – sub bagian system keseluruhan.



Gambar 1. Sistem Kendali Lup Terbuka



Gambar 2. Sistem Kendali Lup Tertutup



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Robot Boat Navigasi Tanpa Awak

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Tempat penelitian, perencanaan serta proses perancangan alat bertempat di Laboratorium Teknik Kendali Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi (Unsrat) dan dirumah tinggal penulis. Waktu dan lama penelitian berlangsung selama ± 7 bulan, dimulai dari bulan Oktober 2014 sampai bulan Mei 2015.

B. Konsep Dasar Perancangan Alat

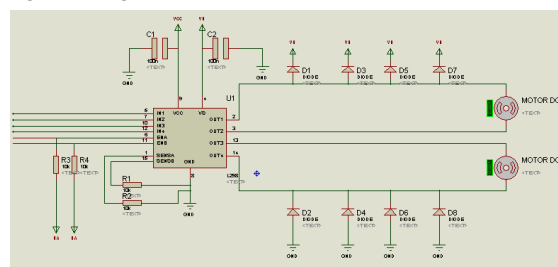
Dalam perancangan robot pengantar makanan *line follower* ini memerlukan konsep matang guna menghasilkan robot yang sesuai tujuan. Dimana pemilihan *hardware* dan *software* yang merupakan implementasi sistem mekanik dan sistem kontrol pada robot sangat mempengaruhi perancangan robot, sehingga robot menjadi lebih handal dan akurat dalam melewati lintasan dan dalam pengantaran makanan.

C. Perangkat Keras Dan Perangkat Lunak

Pusat pengontrol dari Robot Pengantar Makanan adalah mikrokontroler ATMEGA 16. Dengan menggunakan *DI-Smart AVR System* sebagai kit minimum system. PORT-PORT yang digunakan untuk Robot Pengantar Makanan *line follower* yaitu PORTD.0 - PORTD.7, VCC dan GND sebagai input sensor *proximity photodiode*, PORTB.0 - PORTB.1 sebagai output Relay, PORTB.4, VCC,GND sebagai output modul suara ISD17240, PORTA.0 – PORTA.1, VCC sebagai input *PushButton*, PORTC.0 – PORTC.3 sebagai output Motor Driver 4A.

D. Perancangan Perangkat Keras DI – Smart AVR System

DI-SMART AVR SYSTEM merupakan sebuah modul yang digunakan untuk jenis AVR ATmega8535(L), ATmega16(L), ATmega32(L), ATmega163(L), ATmega323(L) dengan basis mikrokontroler AVR dan memiliki pemrograman memori melalui ISP (*In-System Programming*).



Gambar 4. Gambar Skematik Modul DI – Driver Motor L298N

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

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

TABEL II. HUBUNGAN *DRIVER RELAY* DENGAN *DI – SMART AVR SYSTEM*

<i>Driver Relay</i>	<i>DI – Smart AVR System</i>
VCC	VCC
GND	GND
IN0	PORTB.0
IN1	PORTB.1

TABEL III. KEADAAN 4 SENSOR PROXIMITY

Keadaan Sensor	Respon robot pengantar makanan
0000	Ada persimpangan
1110	Hampir keluar jalur, kemudikan ke kanan dan kurangi kecepatan
1100	Sensor terlalu ke kiri, kemudikan robot ke kanan
1001	Di dalam jalur, tingkatkan kecepatan
0011	Sensor agak ke kanan, kemudikan robot ke kiri
0111	Hampir keluar jalur, kemudikan ke kiri dan kurangi kecepatan
1111	Robot berhenti

E. Perancangan Perangkat Keras Driver motor L298N

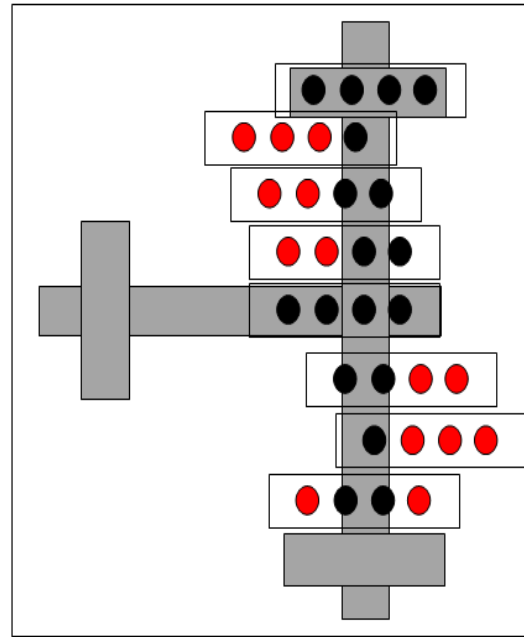
Untuk menggerakkan 2 buah motor DC 12Volt kita memerlukan adanya pengontrol motor DC agar putaran dan kecepatannya bisa dikendalikan dengan teratur. Pengontrol motor DC saya menggunakan modul *DI – driver* motor L298N yang memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 4A dan tegangan maksimum 46 Volt DC untuk satu kanalnya. Pada Tabel I merupakan koneksi antara *DI – driver* motor L298N dengan *DI – Smart AVR System* melalui 5 pin pada PORTC yaitu pada PORTC.0 - PORTC.3 sebagai output. Sedangkan 2 pin untuk vcc dan ground yang disuplai langsung dari modul mikrokontroler tersebut sebesar 5 volt. Pada gambar 4 dapat dilihat skema rangkaian *DI – driver* motor L298N .

F. Perancangan Perangkat Keras Driver Relay

Driver relay adalah bagian kemudi motor DC yang berfungsi membalikan polaritas. Pada robot pengantar makanan ini kita menggunakan 2 relay untuk motor DC dimana 1 relay berfungsi untuk ON/OFF dan 1 relay untuk arah putaran motor. Sehingga dengan penggunaan *driver* relay dalam merubah polaritas pada motor DC akan menjadikan robot pengantar makanan *line follower* ini dapat mendorong makanan. Berdasarkan tabel II dapat dilihat bahwa *Driver* relay dikoneksikan langsung ke *DI – Smart AVR System* melalui 2 pin pada PORTB yaitu pada PORTB.0 – PORTB.1 sebagai output untuk robot pengantar makanan. Dimana motor akan dikendalikan dengan 2 relay.

G. Perancangan Perangkat Keras Sensor Proximity

Robot pengantar makanan *Line Follower* ini menggunakan sensor *Proximity* sebagai lintasan yang akan di lalui robot sampai pada tujuan. Sensor *proximity* ini memiliki sensitivitas yang tinggi serta output yang dihasilkan berupa pulsa digital dengan logika high sebesar 5 volt. Sensor ini terdiri dari 4 pasang LED dan photodiode ditempatkan secara menggantung pada bagian bawah kerangka robot, sehingga dapat berhadapan langsung dengan lintasan yang akan dibaca.



Gambar 5. Kemungkinan posisi sensor proximity pada garis



Gambar 6. Battery Jenis Turnigy 2200 mAh 11.1 V

Pada robot pengikut garis dengan 3 sensor *proximity* sudah cukup untuk dapat melewati garis dengan baik, namun dengan menambah 4 atau 5 sensor lagi maka akan sangat diperlukan jika ingin menambah kecepatan dalam melintasi garis. Kemungkinan keadaan sensor dapat dilihat pada tabel III dan gambar 5. Hubungan antara sensor *proximity* dengan *DI-Smart AVR System* dapat dilihat pada tabel IV. Berdasarkan tabel IV dapat dilihat bahwa sensor *proximity* dikoneksikan langsung pada *DI-SMART AVR ATmega16* PORTA yaitu pada Vcc, GND dan PORTD.0-PORTD.3 sebagai input untuk robot pengantar makanan *Line Follower*.

H. Perancangan Perangkat Keras ISD17240

Modul IC perekam suara untuk ISD17240 yang mampu merekam suara selama 480 detik dengan frekuensi sampling 4kHz. Terintegrasi dengan *tactile switch* untuk kendali Vol, Play, Rec, Erase, Fwd, dan Reset, dan tersedia juga konektor untuk antarmuk SPI ke mikrokontroler. Robot pengantar makanan ini menggunakan modul suara ISD17240 yang berfungsi untuk mengeluarkan suara pada saat makanan di letakkan di atas meja.

TABEL IV. HUBUNGAN *SENSOR PROXIMITY* DENGAN *DI – SMART AVR SYSTEM*

Sensor Proximity	DI-Smart AVR System
VCC	VCC
GND	GND
D0	PIND.0
D1	PIND.1
D2	PIND.2
D3	PIND.3

TABEL V. HUBUNGAN *ISD17240* DENGAN *DI – SMART AVR SYSTEM*

ISD17240	DI – Smart AVR System
VCC	VCC
GND	GND
IN0	PORTB.4

TABEL VI. HUBUNGAN *PUSHBUTTON* DENGAN *DI – SMART AVR SYSTEM*

Pushbutton	DI – Smart AVR System
Vcc	Vcc
Gnd	Gnd
T1	PINA.0
T2	PINA.1

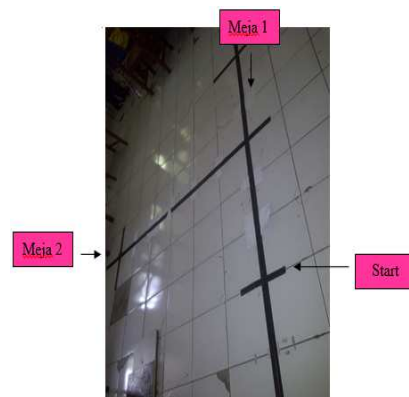
Hubungan ISD17240 dengan *DI- smart AVR system* dapat dilihat pada tabel V. Berdasarkan tabel V dapat dilihat bahwa ISD17240 terhubung ke *DI-smart AVR system* melalui 3 pin yaitu VCC, GND, dan PORTB.4 sebagai output suara robot pengantar makanan *line follower*.

I. Perancangan Perangkat Keras Catu Daya Robot

Rangkaian catu daya ini berfungsi untuk mensuplai tegangan ke seluruh komponen pada robot pengantar makanan. Kita menggunakan suplai ke catu daya dari 1 buah baterai Li-po 12 volt, 1.3 Ampere. Pada rangkaian ini terdapat 4 buah keluaran, yaitu 12 Volt ke mikrokontroler, 12 volt ke driver motor L298N, 12 volt ke relay dan 12 volt ke powerwindow. Keluaran 12 Volt dibutuhkan oleh mikrokontroler, agar bisa sekaligus mensuplai sensor Proximity, pushbutton, dan modul suara ISD17240. Dapat dilihat gambar battery li-po pada gambar 6.

J. Perancangan Perangkat PushButton pada Robot

Pushbutton digunakan pada robot pengantar makanan sebagai input untuk menentukan meja yang dituju. Penulis menggunakan 2 buah *PushButton* untuk setiap meja. Berdasarkan tabel VI dapat dilihat bahwa *DI- Smart AVR System* dikoneksikan langsung ke 2 *pushbutton* melalui pin pada PINA.0 dan PINA.1. Dimana PINA.0 sebagai input untuk perintah meja 1, sedangkan PIN.1 sebagai input untuk perintah meja 2.



Gambar 7. Arena robot Pelayan Restoran



Gambar 8. Robot Tampak Depan

K. Perancangan Arena Robot

Untuk Arena dari robot pengantar makanan *line follower*, penulis menggunakan lantai putih pada laboratorium kendali dengan garis hitam. Pada gambar 7 sistem kerja robot pengantar makanan jika di tekan *pushbutton* 1 maka robot akan berjalan lurus ke meja 1 sedangkan jika di tekan *pushbutton* 2 maka robot akan belok kiri saat di persimpangan menuju ke meja 2.

L. Perancangan Design Robot Secara Keseluruhan

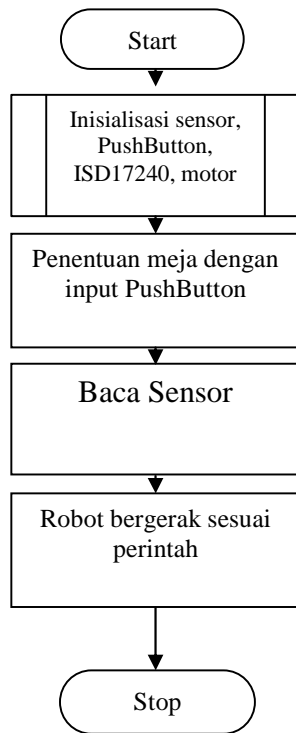
Membicarakan soal robot, tidak lepas dari unsur mekanik sebagai kerangka robot. Kerangka robot pengantar makanan *line follower* ini terbuat dari plat *aluminium* dan robot ini menyerupai manusia sebagai body dasar. Dengan menggunakan penyangga paku tembak, baut mur dan *spacer*. Dimana terdapat plat *acrylic* sebagai tempat sensor *proximity*, ISD17240, baterai, *driver* motor, gearbox, motor DC, Mikrokontroler, dan tempat untuk peletakan makanan. Robot terdiri dari 2 buah roda yang terhubung secara mekanik menggunakan *single gearbox* dengan motor DC, dan 2 buah roda bebas. Pada gambar 8 merupakan gambar tampak depan dan gambar 9 tampak samping dari robot.

M. Perancangan Perangkat lunak Pengontrol Robot Pelayan Restoran

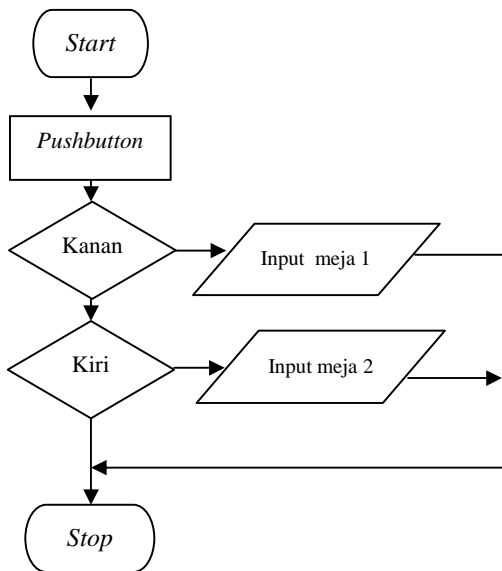
Robot pengantar makanan *Line follower* dirancang untuk mengikuti garis hitam dari titik asal sampai ke meja tujuan. Gambar 10 merupakan diagram alir yang digunakan pada perancangan perangkat lunak robot pengantar makanan *line follower*.



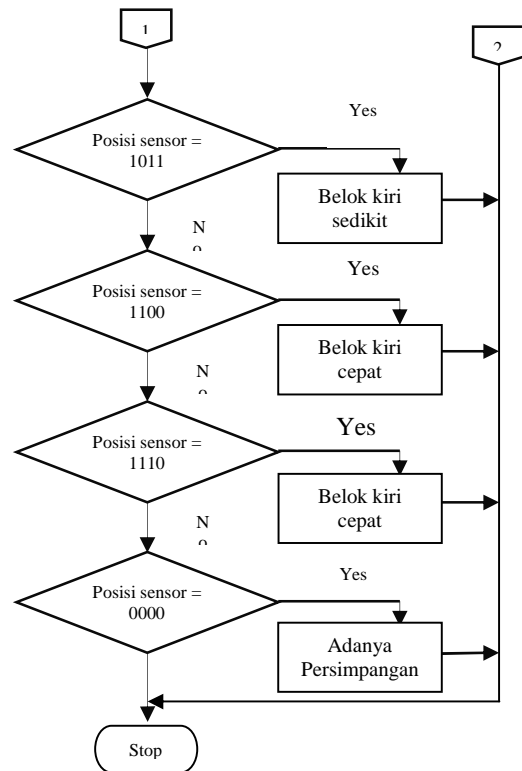
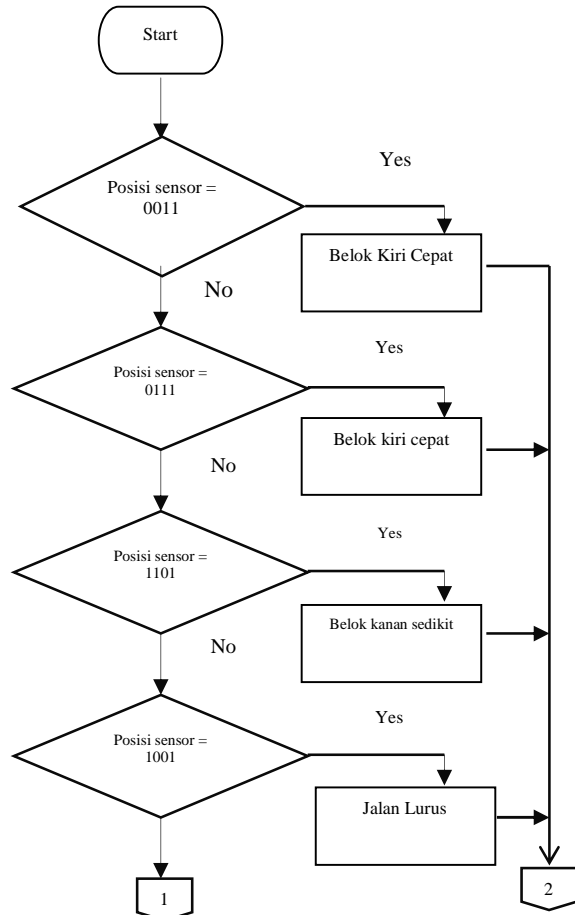
Gambar 9. Robot Tampak Samping



Gambar 10. Diagram Alir Utama



Gambar 11. Diagram Alir PushButton



Gambar 12. Diagram Alir Respon Robot Terhadap Sensor

Program utama gambar 10 akan diproses yaitu, Setelah sistem dijalankan, yang pertama kali di eksekusi ketika mikrokontroler mendapat tegangan 5 Volt, menginisialisasi pada sensor *Proximity*, ISD17240, *pushbutton*, *Driver* motor dan relay. Setelah itu penentuan meja dengan input 2 *pushbutton*, dimana robot akan menggunakan 2 pilihan jika *pushbutton* 1 ditekan maka robot akan berjalan lurus ke meja 1 sedangkan jika di tekan *pushbutton* 2 maka robot akan berjalan dan belok kiri menuju ke meja 2, kemudian mikrokontroler akan membaca sensor, dimana terdapat banyak kemungkinan sensor dalam membaca garis lintasan dan robot akan berjalan sesuai kondisi sensor dengan meja yang ditentukan, dimana ketika robot telah sampai ke meja makan maka motor DC akan mendorong makan tersebut dan mengeluarkan suara ‘Selamat Menikmati’ setelah itu robot kembali jika hanya mengantarkan makanan 1 meja maka sistem diberhentikan tetapi jika akan mengantarkan kemeja tujuan lain maka akan kembali ke sistem pemilihan meja.

N. Perancangan Perangkat Lunak PushButon Robot Pelayan Restoran

Pada perancangan perangkat lunak robot ini, *pushbutton* digunakan sebagai input untuk menentukan tujuan robot. Pada *pushbutton* memiliki 2 input meja tujuan yaitu meja 1 dan meja 2. Pada gambar 11 merupakan diagram alir *pushbutton* arah tujuan pada robot pengantar makanan.

Dari kondisi diagram alir gambar 12 dapat dijelaskan posisi sensor 0011: menjelaskan bahwa jika sensor berada pada posisi 0011 maka robot akan merespon untuk berbelok kiri cepat karena robot keluar garis dan sedikit mengarah ke kanan, posisi sensor 0111: menjelaskan bahwa jika sensor berada pada posisi 0111 maka robot akan merespon untuk berbelok kiri cepat karena robot keluar lintasan dan terlalu mengarah ke kanan, posisi sensor 1101: menjelaskan bahwa jika sensor berada pada posisi 1101 maka robot akan merespon untuk berbelok kanan sedikit karena robot hampir keluar lintasan dan mengarah ke kiri, posisi sensor 1001: menjelaskan bahwa jika sensor berada pada posisi 1001 maka robot akan berjalan lurus karena robot dalam keadaan stabil, posisi sensor 1011: menjelaskan bahwa jika sensor berada pada posisi 1011 maka robot akan merespon untuk berbelok kiri sedikit karena robot hampir keluar lintasan dan mengarah ke kanan, posisi sensor 1100: menjelaskan bahwa jika sensor berada pada posisi 1100 maka robot akan merespon untuk berbelok kiri cepat karena robot hampir keluar lintasan karena robot terlalu mengarah ke kanan, posisi sensor 1110: menjelaskan bahwa jika sensor berada pada posisi 1110 maka robot akan merespon untuk berbelok kiri cepat karena robot hampir keluar lintasan dan berjalan mengarah ke kanan, posisi sensor 0000: menjelaskan bahwa jika sensor berada pada posisi 0000 maka robot akan menemukan suatu persimpangan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Proximity

Pengujian sistem input pada sensor *proximity* dalam membaca garis lintasan dengan menggunakan 4 buah LED yang di hubungkan kemikrokontroler. Penggunaan LED dimaksudkan agar dapat mengetahui pembacaan garis oleh sensor. Dimana sensor S0 berada dalam garis maka LED PC0

akan menyala, dan seterusnya sesuai dengan kemungkinan pembacaan sensor pada garis lintasan. Dari percobaan yang dilakukan maka didapat hasil pembacaan sensor pada tabel VII. Dimana pada pembacaan sensor diasumsikan nilai 0 merupakan keadaan sensor mengenai garis. Sedangkan pada LED yang *on* di asumsikan LED dalam keadaan menyala.

B. Pengujian Sistem Output

Pengujian sistem *output* merupakan bagian yang terpenting pada pembuatan robot ini. Untuk roda robot dikontrol oleh *DI - Driver Motor L298N*. Rangkaian driver L298N yang berfungsi sebagai sistem kemudi motor DC salah satunya mengatur tegangan keluaran motor yang nantinya menjadi refrensi untuk kecepatan motor. Untuk itu penulis menghubungkan pin EN1 dan EN2 dari driver motor ke Pin 4 dan 5 pada PORTC sehingga dari mikrokontroler akan menghasilkan nilai PWM. Pada pengujian sistem output ini terbagi atas dua tahap, tahap yang pertama yaitu menguji gerak maju dan mundur motor DC menggunakan PWM, dimana harga PWM yaitu 0 - 255. Pada table VIII merupakan hasil percobaan gerak motor.

Untuk mendefinisikan keadaan dari PORTD.0 – PORTD.3 yaitu menggunakan inisial. Di mana fungsi tiap port adalah PORTC.0 (*dirA_Ki*) merupakan fungsi maju pada motor DC 1 dalam keadaan high atau berlogika ‘1’. PORTC.1 (*dirB_Ki*) merupakan fungsi mundur pada motor DC 1 dalam keadaan high atau berlogika ‘1’. PORTC.2 (*dirC_Ka*) merupakan fungsi maju pada motor DC 2 dalam keadaan high atau berlogika ‘1’. PORTC.3 (*dirD_Ka*) merupakan fungsi mundur pada motor DC 2 dalam keadaan high atau berlogika ‘1’. PORTC.4 (*EnKi*) merupakan fungsi *enable* pada motor DC 1. PORTC.5(*EnKa*) merupakan fungsi *enable* pada motor DC 2.

TABEL VII. PEMBACAAN SENSOR MENGGUNAKAN LED

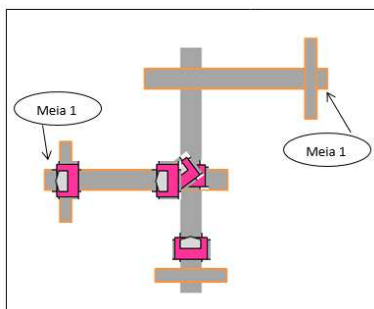
Pembacaan Sensor	Keadaan LED			
	PD0	PD1	PD2	PD3
0000	off	off	off	off
0001	off	off	off	on
0011	off	off	on	on
0111	off	on	on	on
1000	on	off	off	off
1100	on	on	off	off
1110	on	on	on	off
1001	on	off	off	on
1101	on	on	off	on
1011	on	off	on	on
1111	on	on	on	on

TABEL VIII. PENGUJIAN GERAK MOTOR DC DENGAN PWM

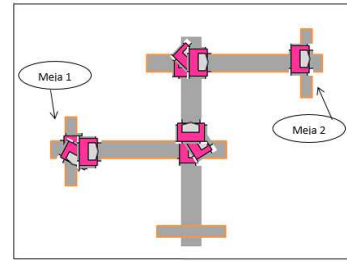
No	PORTD	RPWM Motor DC 1	LPWM Motor DC 2	Keadaan Motor DC	
				Motor DC 1	Motor DC 2
1	dirA_Ki atau dirB_Ki = 1 dirC_Ka atau dirD_Ka= 1	0	0	Diam	Diam
2	dirA_Ki = 1 dirD_Ka = 1	255	255	Maju cepat	Mundur cepat
3	dirA_Ki = 1 dirD_Ka = 1	0	255	Diam	Mundur cepat
4	dirA_Ki = 1 dirD_Ka = 1	255	0	Maju cepat	Diam
5	dirB_Ki= 1 dirC_Ka= 1	255	255	Mundur cepat	Maju cepat
6	dirB_Ki = 1 dirC_Ka= 1	0	255	Diam	Maju cepat
7	dirB_Ki = 1 dirC_Ka= 1	255	0	Mundur Cepat	Diam
8	dirA_Ki = 1 dirC_Ka= 1	255	255	Maju Cepat	Maju cepat
9	dirA_Ki = 1 dirC_Ka= 1	0	255	Diam	Maju Cepat
10	dirA_Ki = 1 dirC_Ka= 1	255	0	Maju cepat	Diam
11	dirB_Ki = 1 dirD_Ka=1	255	255	Mundur cepat	Mundur Cepat
12	dirB_Ki = 1 dirD_Ka=1	0	255	Diam	Mundur cepat
13	dirB_Ki = 1 dirD_Ka=1	255	0	Mundur cepat	Diam

TABEL IX. PENGUJIAN MOTOR DC DENGAN PWM

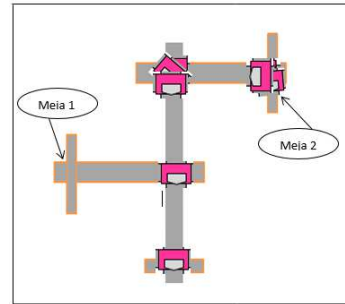
Keadaan Sensor	PWM kiri (Lpwm) *	gerak motor DC 1 (Rodakiri)	PWM kanan (Rpwm) *	gerak motor DC 2 (Rodakan)	Respon Robot Mobil
0011	50	Maju pelan	200	Maju cepat	Belok kiri cepat
0111	0	diam	200	Maju cepat	Belok kiri cepat
1011	75	Maju pelan	200	Maju cepat	Belok kiri
1001	255	Maju cepat	255	Maju cepat	Maju lurus
1110	200	Maju cepat	0	Diam	Belok kiri cepat
1100	200	Maju cepat	50	Maju pelan	Belok kiri cepat



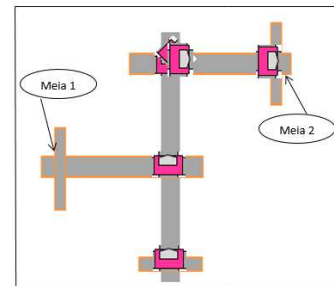
Gambar 13. Posisi Robot Menuju Meja 1



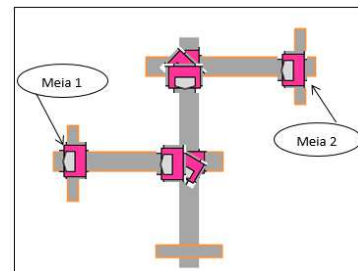
Gambar 14. Posisi Robot Kembali Dari Meja 1 menuju Meja 2



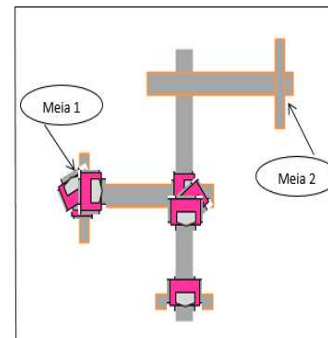
Gambar 15. Posisi Robot dari Meja 2 kembali ke start



Gambar 16. Posisi Robot Menuju ke Meja 2



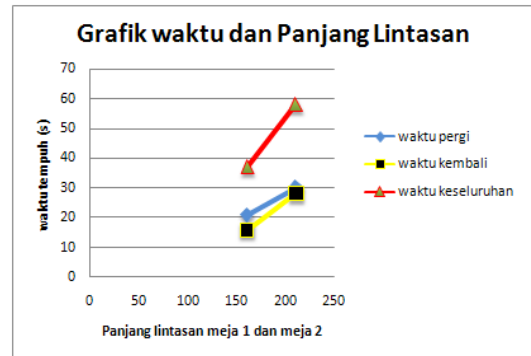
Gambar 17. Posisi Robot Dari Meja 2 Menuju Meja 1



Gambar 18. Posisi Robot Dari Meja 1 Kembali ke Start

TABEL X. WAKTU YANG DITEMPUH SAMPAI KEMEJA

No	Panjang Lintasan	Meja Tujuan	Waktu (s)		
			Pergi	Kembali	Keseluruhan
1	161 cm	Meja 1	21 s	16 s	37 s
2	211 cm	Meja 2	30 s	28 s	58 s



Gambar 19. Grafik Waktu dan Panjang lintasan robot pelayan restoran

Untuk pengujian yang kedua yaitu menyesuaikan pergerakan robot sesuai keadaan sensor dalam membaca garis lintasan. Dimana robot akan memberikan respon yang berbeda sesuai dengan besar PWM sehingga memberikan kecepatan yang berbeda pada kedua motor DC robot. Dapat dilihat pada tabel IX.

C. Pengujian Robot Secara Keseluruhan

Pada pengujian robot secara keseluruhan dilakukan pada lintasan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana kinerja dari robot tersebut dalam mengantarkan makanan sesuai perintah. Dalam hal ini penulis melakukan pengujian 2 buah meja dengan menggunakan pushbutton sebagai inputnya. Jika tekan pushbutton 1 maka robot akan mengantarkan makanan ke meja 1 lalu ke meja 2 dan pushbutton 2 ke meja 2 lalu ke meja 1. Pada gambar 13 robot berjalan lurus dengan melewati 1 persimpangan setelah mendapatkan persimpangan ke 2 maka robot akan berhenti dan meletakkan makanan. Setelah meletakkan makanan robot akan berputar menuju ke meja 2 dan melewati 2 persimpangan maka robot akan berhenti dan meletakkan makanan seperti gambar 14 lalu robot akan melewati 2 persimpangan kemudian berhenti seperti gambar 15. Pada gambar 16 robot ketika melewati 3 persimpangan dimana persimpangan ke dua robot akan belok kanan menuju ke meja 2 setelah mendapatkan persimpangan maka robot akan berhenti dan meletakkan makanan. Setelah meletakkan makanan robot akan berputar dan kembali dengan melewati persimpangan yang ke dua robot belok kanan setelah persimpangan ke 3 robot akan berhenti seperti gambar 17 kemudian robot akan berputar kembali ke awal dimana robot akan melewati 2 persimpangan lalu robot berhenti seperti gambar 18. Berikut merupakan tabel waktu yang ditempuh sampai ke meja tujuan kemudian kembali.

Pada tabel X dapat dilihat waktu yang ditempuh sampai ke meja tujuan dengan grafik waktu dan panjang lintasan terdapat pada gambar 19 dengan hasil pengujian bahwa untuk meja 1 dan meja 2 waktu mengantarkan makanan lebih lama dibandingkan saat kembali menuju start, sedangkan untuk perbandingan waktu dari meja 1 dan meja 2 dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan untuk robot sampai di meja 2 lebih lama dibandingkan meja 1 dengan berat makanan yang dapat di bawa maksimal 3 kg.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian dalam perancangan robot pengantar makanan line follower, maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan pelaksanaan dan hasil dari penelitian, mikrokontroler *DI- Smart AVR System ATMEGA 16* dengan bahasa pemrograman *C Code Vision AVR* dapat dipergunakan sebagai pengontrol pada robot pengantar makanan line follower. Telah dilakukan perancangan robot yang dapat bergerak menuju 2 arah tujuan yaitu lurus untuk meja 1 dan belok kiri untuk meja 2 dengan menggunakan 2 pushbutton untuk masing – masing meja, dimana program yang dibuat dapat berjalan dengan baik. Kepekaan sensor proximity dan pengaruh cahaya dari luar sangat mempengaruhi gerak robot dalam membaca garis hitam pada lintasan, dimana program yang dirancang dapat berjalan sesuai lintasan yang ditentukan. *DI- Driver Motor L298N* bisa berfungsi dengan baik, dimana driver motor tersebut bisa berperan sebagai penggerak pada robot pengantar makanan line follower dalam pengontrolan kecepatan dan arah putaran motor. Driver relay motor berfungsi baik, dimana driver relay tersebut berperan sebagai penggerak pada robot pengantar makanan dalam peletakan makanan. Dari hasil pengujian meja 1 dan meja 2, waktu yang ditempuh robot sampai ke meja 1 lebih cepat dibandingkan sampai ke meja 2

B. Saran

Robot pengantar makanan sebaiknya dilengkapi dengan sensor jarak sebagai pendeteksi halangan jika ada orang yang lewat dalam pengantaran makanan. Sebaiknya sensor proximity photodiode dibungkus untuk kepekaan dan sensitifitas sensor. Robot pengantar makanan dapat dikembangkan untuk lintasan tujuan meja menjadi 3 atau lebih. Robot pelayan restoran dapat dikembangkan dengan hanya memakai 1 mikrokontroler. Robot pelayan restoran dapat dikembangkan dengan hanya memakai 1 mikrokontroler. Sebaiknya memakai motor dc yang lebih bagus

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Winarno, "*Bikin Robot itu Gampang*", Kawasan Pustaka, Jakarta Selatan.

- [2] D. A. N. Janis, ST. “*Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan Line Follower*”, *Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi*, Manado, 2014.
- [3] N. R. Terry, “*Rancang Bangun Hyperfast Robot Pengikut Garis Berbasis Mikrokontroler*”, *Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi*, Manado, 2011.
- [4] 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.
- [5] P.M. Dwisnanto, “*Rancang Bangun Robot Cerdas Semut Menggunakan Mikrokontroler AVR Atmega 16 Untuk Menentukan Lintasan Terpendek*”, *Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi*, Manado, 2010.
- [6] S. R. Laksana, “*Rancang Bangun Robot Boat Navigasi tanpa awak*”, *Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi*, Manado, 2013.
- [7] S. T. D. Septian, “*Build your own line follower robot*”, PT. Andi, Yogyakarta, 2008.