

RANCANG BANGUN ROBOT PENGANGKUT BARANG DENGAN TEKNIK PATH PLANNING

Putri Ida, Idhar, dan Ahmad Risal

Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik
Universitas Negeri Makassar

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan robot pengangkut barang dengan teknik path planning dan Robot dapat diatur berdasarkan path tanpa melalui antarmuka ke komputer serta Pengembangan fitur robot pengangkut barang pada dunia industri. Penelitian ini adalah penelitian observasi untuk mengamati cara kerja robot pengangkut barang dengan teknik *path planning*. Robot ini diatur untuk mengambil dan menempatkan barang yang diatur dalam bentuk *path*. Pengontrolan robot ini menggunakan mikrokontroler Atmega32 yang terhubung oleh perangkat masukan yaitu sensor *proximity* sebagai sensor yang berfungsi untuk membaca jalur, *Push Button* yang berfungsi untuk pengimput atau mengelolah data *path*, dan perangkat keluaran yaitu motor DC sebagai penggerak robot, motor servo sebagai *gripper* untuk pengangkut barang, LCD (*Liquid Crystal Display*) untuk menampilkan data *path*. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa rancang bangun robot pengangkut barang dengan teknik path planning yang menggunakan mikrokontroler Atmega32 dengan sensor *proximity* dan *Push Button* sebagai perangkat masukan serta motor DC, motor servo, LCD sebagai perangkat keluaran, dapat bekerja secara baik.

Kata Kunci: *Line Follower*, Pengangkut, *Path Planning*, Mikrokontroler Atmega32.

PENDAHULUAN

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal bahasa *Cheko* “*robota*” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Kata robot pertama kali dikenalkan oleh seorang penulis dari *Czech* bernama karel pada tahun 1921. Sejarah robot bermula ketika jacques de Vaucanson membuat sistem otomaris pada tahun 1938, yaitu membuat bebek

mekanik yang dapat memakan, mencincang biji-bijian, serta membuka dan menutupkan sayapnya. Kemudian pada tahun 1976, Hasashine tenaga di Jepang berhasil membuat mainan mekanik yang dapat menghidangkan teh dan menulis huruf kanji.

Pada abad sekarang ini, sudah ada beberapa macam robot yang diciptakan dan digunakan dalam dunia industri, rumah sakit, pendidikan, dan kehidupan sehari-hari, seperti dalam dunia industri yang memindahkan barang dari ruangan yang satu ke ruangan yang lainnya, *humanoid* robot yaitu robot yang

memiliki muka, mampu berjalan dan bertindak seperti manusia. Oleh karena untuk membuat sebuah robot, minimal dibutuhkan 4 komponen utama yaitu Sensor (indra), Aktuator (penggerak), Power (tenaga) dan Mikrokontroler.

Dalam dunia robot ada yang dinamakan jenis robot pengangkut barang yang mampu memindahkan atau mengangkut barang dari satu tempat ke tujuan tertentu, dalam pengembangan kali ini yaitu *Rancang Bangun Robot Pengangkut Barang Dengan Teknik Path Planning* yang merupakan gabungan antara robot pengangkut barang dan *Line Follower* dengan tambahan fitur *Path Planning*, sehingga robot ini nantinya dapat membawa suatu benda ke tempat tujuan berdasarkan path yang telah diatur sebelumnya pada robot. Robot ini dikontrol dengan menggunakan *Atmega32*. Diprogram dengan bahasa C menggunakan aplikasi *software code vision AVR*.

Perancangan ini dibuat melihat produk-produk sebelumnya harus melewati beberapa proses yang rumit dalam mengatur robot sebelum dioperasikan, seperti pengaturan program robot yang memerlukan antarmuka ke komputer. Sehingga pada perancangan kali ini dibuat beberapa pengembangan seperti, penginputan data (path,

kecepatan, *looping*) yang dilakukan langsung pada robot tanpa memerlukan antarmuka ke komputer. Selain itu dibuat juga sistem baru seperti tambahan menu sehingga mudah digunakan dan dioperasikan.

1. Pengangkut Barang dengan Teknik *Path Planning*

Robot Pengangkut Barang dengan Teknik *Path Planning* adalah salah satu jenis pengontrolan yang kompleks dimana pada robot ini terbentuk dari 4 unsur utama yaitu, sensor (indra), aktuator (penggerak), power (tenaga), dan mikrokontroler (otak). Robot ini merupakan gabungan dari robot *line follower*, dan robot pencapit, dengan tambahan fitur *path planning*.

Line Follower Robot adalah sebuah jenis robot yang termasuk kedalam kategori *robot mobile* yang di desain untuk bekerja secara *Autonomous* dan memiliki kemampuan dapat mendeteksi dan bergerak mengikuti (*follows*) garis yang ada dipermukaan. Sistem kendali yang digunakan dirancang untuk bisa merasakan jalur garis yang ada dan melakukan *manuver* gerakan agar tetap bisa mengikuti garis tersebut.

Robot pencapit / Lengan dan gripper menjadi salah satu bagian utama pada proyek konstruksi semisal dalam perakitan mobil, penanganan bahan

radioaktif di laboratorium nuklir, penjinakan bahan peledak, hingga penanganan proyek luar angkasa semisal pembangunan stasiun luar angkasa. Sebenarnya pembuatan robot pencapit ini melibatkan perhitungan yang cukup rumit, mendesainnya memperhitungkan aspek fisika dan perhitungan *matematis*.

Path planning (biasa disebut juga *counter/plant/percabangan/point*) adalah sebuah istilah yang bisa dipakai oleh programmer dalam menentukan titik-titik tujuan robot. Keunggulan dari teknik ini adalah pengguna (*user/driver*) dari robot ini tidak memerlukan lagi yang namanya komputasi, penentuan atau pengaturan *path* bisa dilakukan langsung pada robot tanpa mengkoneksikannya lagi dengan *device* lain atau komputer.

2. Komponen Utama Pada Robot

a) Mikrokontroler Atmega16

Menurut Ardi (2008) dalam bukunya, mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor dimana didalamnya sudah terdapat CPU (*Central Processing Unit*), ROM (*Read Only Memory*), RAM (*Random Access Memory*), I/O, dan clock dan peralatan internal lainnya yang sudah terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatannya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai, dengan demikian disimpulkan bahwa, mikrokontroler adalah system

mikroprosesor yang memiliki kemampuan manipulasi data (informasi) berdasarkan suatu urutan instruksi (program) dan sudah dilengkapi dengan CPU, ROM, RAM, I/O, dan *clock*

b) Liquid Crystal Display (LCD)

Menurut Andrianto (2013). LCD adalah suatu display dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matrix. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 16x2, dengan 16 pin konektor. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan *kristal* cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah *kristal* cair sebagai sebuah titik cahaya

c) Spure Gear

Budiharto (2010) dalam bukunya menjelaskan bahwa kombinasi roda gigi ini banyak dipakai pemasangannya yang sangat mudah dan efnyaesiensi cukup tinggi. Salah satu bentuk penggunaan yang harus dihindari adalah pada beban berat karena dapat merusak girnya. Efisiensi yang di berikan oleh kombinasi roda gigi ini berkisar ~90% tergantung datasheet komponen

d) Motor DC

Budiharto (2010) dalam bukunya menjelaskan bahwa motor arus searah (DC) adalah mesin yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik arus searah menjadi gerak atau energy mekanik. Konstruksi dasar motor DC terdiri dari 2 bagian utama, yaitu rotor dan stator. Rotor adalah bagian yang berputar atau armature, berupa koil di mana arus listrik dapat mengalir. Stator adalah bagian yang tetap dan menghasilkan medan magnet dari koilnya.

e) Rangkaian Driver

Budiharto (2010) dalam bukunya menjelaskan cara pengontrolan menggunakan metode PWM (Pulse Wide Modulation) di mana generator PWM kita menggunakan mikrokontroler ATmega16. Transistor yang digunakan untuk Rangkaian H-bridge adalah tipe MOSFET, yaitu IRFZ 44 dan IRF 9540. Transistor tipe MOSFET ini memiliki keunggulan losses power lebih kecil dari transistor BJT

f) Motor Servo

Budiharto (2010) dalam bukunya menjelaskan bahwa Motor DC sering kali disebut juga sebagai motor servo walau dalam realitanya berbeda dengan motor DC. Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi, sudah dilengkapi dengan sistem kontrol di

dalamnya. Dalam aplikasi motor servo sering digunakan sebagai control loop tertutup untuk menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat. Begitu juga dengan pengaturan kecepatan dan percepatan

g) Sensor Proximity

Jatmika (2011) dalam bukunya menjelaskan bahwa sensor proximity bias kita buat sendiri. Prinsip kerjanya pun sederhana, yaitu yaitu memanfaatkan sifat cahaya yang dipantulkan jika mengenai benda berwarna terang dan akan diserap jika mengenai benda berwarna gelap. Sebagai sumber cahaya, kita menggunakan LED (light Emitting Diode) yang akan memancarkan cahaya merah. Dan, kita menangkap cahaya pantulan LED, kita gunakan Photodiode. Jika sensor berada di atas garis hitam, maka Photodiode akan medapat sedikit sekali cahaya pantulan. Tetapi, jika sensor berada di atas garis putih maka Photodiode akan menerima banyak cahaya pantulan

h) Code Vision AVR

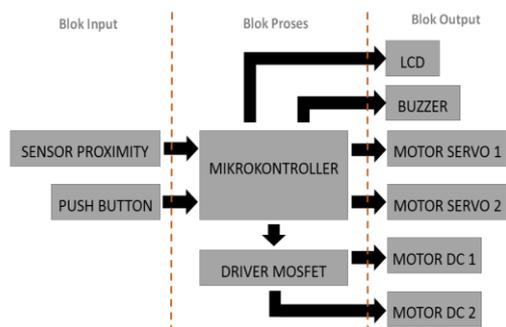
Menurut Andrianto (2013) dalam bukunya *Code Vision AVR* adalah salah satu alat bantu pemrograman (*programming tool*) yang bekerja dalam lingkungan pengembangan perangkat lunak yang terintegrasi (*integrated Development Environment, IDE*). Seperti

aplikasi IDE lainnya, CodeVision AVR dilengkapi dengan *source code editor*, *compiler*, *linker*, dan dapat memanggil Atmel AVR studio untuk debuggernya

METODE PENELITIAN

Desain Perancangan

Jenis penelitian ini adalah penelitian rancangan dan desain yang bersifat aplikasi teoritis untuk menghasilkan suatu rancangan Robot sesuai dengan *Path*



Gambar 1. Diagram Blok Robot Pengangkut Barang

1. Sensor *Proximity* (sensor garis)

Sensor yang berfungsi sebagai pembaca bagaimana tingkat pemantulan permukaan lantai yang diberi garis sebagai track dan tidak. Karena prinsip dari sensor yang digunakan adalah pemantulan dari pemancar ke penerima, jika penerima yang menggunakan photodiode mendapatkan pancaran yang besar, maka resistansi dari photodiode tersebut menjadi kecil, begitu juga sebaliknya. Setelah bagaimana kondisi

permukaan yang dibaca oleh sensor, maka perbedaan tadi dikirim ke mikrokontroler untuk diproses.

2. Push Button

Push Button berfungsi sebagai pengatur agar Robot Pengangkut Barang bertugas sesuai kemauan berdasarkan teknik path planning yang akan diproses mikrokontroler. Digunakan untuk melakukan Cunter Up dan Cunter Down yang difungsikan untuk pindah path dan mengatur kecepatan per path.

3. Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan berjenis AVR seri ATmega32 sebagai otak dari Robot Pengangkut Barang yang bertugas memproses data inputan dan mengeluarkan data yang telah diproses ke LCD, Driver dan Motor.

4. Driver

Sebagai penguat dari output mikrokontroler dan mengendalikan Motor DC agar bisa bergerak maju dan mundur.

5. Motor Servo

2 buah Servo sebagai aktuator pencapit dan pengangkat barang.

6. LCD

Sebagai pemroses data dari mikrokontroler menjadi tulisan agar mempermudah user dalam pembacaan

Rancang Bangun Robot Pengangkut Barang Dengan Teknik Path Planning
[Putri Ida, Idhar dan Ahmad Risal]

input, eksekusi program dan output dalam mengatur path planning.

Gambar Desain Produk

Pada perancangan ini menggunakan sebuah robot *Line Follower* dengan tambahan gripper sebagai bagian untuk mengangkut barang yang menggunakan 3 buah motor servo, motor servo yang pertama sebagai pengangkat, dan motor servo yang kedua untuk mencapit.



Gambar 2. *Line Follower* dengan tambahan motor servo & gripper

Alat dan Bahan yang digunakan

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam perancangan ini adalah:

Tabel 1. Alat Yang Digunakan

No.	Alat yang dibutuhkan	Spesifikasi	Jumlah
1	Gergaji	1x10mm	1
		1x1,2mm	1
2	Tang	Potong	1
		Lancip	1
		Jepit	1
3	Pisau cutter	1x15mm	1
4	Obeng set	Sat	1
5	Solder	30W	1
6	Timah	-	1
7	Penghisap timah	-	1
8	Multimeter	-	1
9	Gunting	-	1
10	Bor Tangan	-	1
11	Mata Bor	0.8 mm	1
		1 mm	1
		1.5 mm	1
		3 mm	1
12	PC	Windows 7 32/64bit	1
13	Downloader	ASP/ISP	1

Tabel 2. Bahan Yang Digunakan

No.	Jenis Komponen/Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	LED	SuperBrigh Putih 3mm	14
		Biru 3mm	2
2	Photodiode	3mm	14
3	Resistor	10K Ohm	19
		470 Ohm	14
		1K Ohm	8
4	Transistor	BD139	6
		BC159	1
5	Capasitor	Keramik 22pF	2
		Elco 100uF/16v	2
		Elco 470uF/25v	2
6	Tombol	ON/OFF	1
		Push Button	8
7	LCD	Carakter 16x2	1
8	Kabel Jumper	Famale to Famale	22
9	IC	ATmega32A	1
		Regulator 7805	2
		74ls02	1
10	Socket IC	40 Pin	1
		14 Pin	1
11	Header	Male	Secukupnya
		Male Bungkuk	Secukupnya
		Famale	Secukupnya
12	Trimpot	10K Ohm	1
13	Xtal	16.000 KHz	1
14	Mosfer	IRF44n	4
		IRF9640	4
15	Fiber	-	Secukupnya
16	GearBox	-	1
17	Motor De	Mabuchi 60002	2
18	Motor Servo	Rotasi 180 derajat	3
19	Gripper	-	1
20	Baut	-	Secukupnya
21	Batterai	12.60VDC	1

HASIL PENELITIAN

Deskripsi Produk

Robot pengangkut barang dengan teknik *path planning* ini dirancang dengan beberapa blok rangkaian elektronika yaitu 14 sensor *proxymity*, rangkaian *driver mosfet* untuk kendali motor, rangkaian sistem minimum Atmega32, Rangkaian Push Button untuk input data, dan LCD yang menampilkan *display*, serta mekanik pengangkut dengan motor servo.

1. Rangkaian Sensor

Rangkaian sensor ini terdiri dari beberapa macam komponen yaitu,

Photodiode, led super bright, Transistor dan Resistor.



Gambar 3. Rangkaian Sensor

2. Rangkaian sistem minimum (sismin)

Dalam rangkaian sistem minimum terdapat beberapa komponen aktif dan pasif seperti dioda dan Transistor yang merupakan komponen aktif. Resistor, Trimmer, Kapasitor, dan Elko sebagai komponen pasif.



Gambar 4. Rangkaian Sismin

3. Rangkaian sistem minimum (sismin)

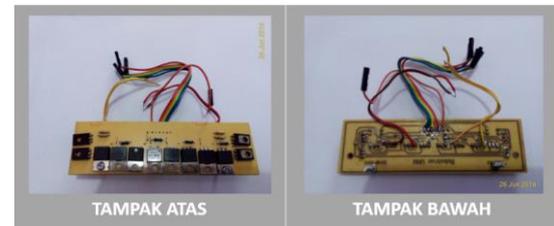
Rangkaian Tombol merupakan suatu rangkaian perantara antara pengguna robot untuk mengatur dan menetapkan isi dari setiap menu dari program yang dibuat. Yang terdiri dari komponen Push Button.



Gambar 5. Rangkaian Tombol

4. Rangkaian Driver

Komponen yang terdapat dalam rangkaian driver irf 9640, irf z44n, Bd 139 dan Resistor



Gambar 6. Rangkaian Tombol

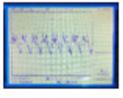
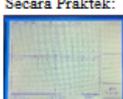
Hasil Uji Coba

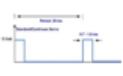
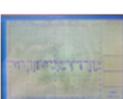
Tabel 3. Ujicoba Produk Secara Teknis

No	Bagian / Komponen yang Akan di Uji Coba	Telah berhasil (✓)	Tidak berhasil (✓)
1	Menekan tombol ON/OFF, led indikator menyala, LCD menyala, led pada sensor berkedip, serta motor servo bergerak sesaat.	✓	
2	Mengecek ADC input dari sensor proximity. Bar akan muncul sesuai dengan pembacaan garis hitam pada LCD.	✓	
3	Melakukan <i>Factori Reset</i> pada robot. Setiap path berada pada kondisi <i>End</i> dengan pengaturan kecepatan normal.	✓	
4	Melakukan tes jalan tanpa menggunakan path. Robot mengikuti garis secara tidak beraturan (mengabaikan path)	✓	
5	Melakukan tes jalan menggunakan path. Robot mengikuti garis sesuai dengan instruksi path.	✓	
6	Melakukan tes jalan dan mengambil barang menggunakan path. Robot mengikuti garis mengambil barang sesuai instruksi path	✓	
7	Melakukan tes jalan dan mengambil barang serta menempatkan barang menggunakan path. Robot mengikuti garis mengambil barang serta menempatkan barang sesuai instruksi path	✓	

Rancang Bangun Robot Pengangkut Barang Dengan Teknik Path Planning
[Putri Ida, Idhar dan Ahmad Risal]

Tabel 4. Titik Pengukuran

Titik Pengukuran	Nama Titik Ukur Pada Rangkaian	Bentuk Sinyal	Ket.
TP.1	Input sensor proximity	Secara Teori:  Secara Praktek: 	Dari hasil pengukuran di dapatkan hasil yang berbeda dengan teori, ini sebabkan karena pada rangkaian sensor di tambahkan metode swiching sehingga pada pengukuran tidak di dapatkan hasil gelombang sinus yang sesuai dengan hasil teori.
TP.2	Output PWM ke driver untuk motor kiri (data1)	Secara Teori:  Secara Praktek: 	Sinyal dari hasil pengukuran motor kiri sama dengan teori, lebar pulsa sama dengan hasil teori. Dalam pengukuran tersebut tidak terlihat cacat sinyal.
TP.3	Output PWM ke driver untuk motor kiri (data2)	Secara Teori:  Secara Praktek: 	Hasil pengukuran motor kiri sama dengan teori. Kali ini PWM bernilai nol ini di atur pada IC 741s02 sehingga menentuka arah putaran motor. Yang sbelumnya juga di tentuka pada Progran yang di buat.
TP.4	Output PWM ke driver untuk motor kanan (data1)	Secara Teori:  Secara Praktek: 	Sinyal dari hasil pengukuran motor kanan sama dengan teori, lebar pulsa sama dengan hasil pengukuran. Namun berbeda dengan data PWM motor kiri, perbedaan pulsa di sebabka perbedaan data kecepatan Motor yang di input melui push button.
TP.5	Output PWM ke driver untuk motor kanan (data2)	Secara Teori:  Secara Praktek: 	Hasil pengukuran motor kanan sama dengan teori. PWM bernilai nol, data inidi atur pada IC 741s02 untuk menetukan arah putaran motor CW dan CCW, dengan adanya prinsip ini, terjadi perbedaan arah putaran motor kiri dan kanan

Titik Pengukuran	Nama Titik Ukur Pada Rangkaian	Bentuk Sinyal	Ket.
TP.6	Data input untuk motor servo kiri dalam keadaan caput terbuka	Secara Teori:  Secara Praktek: 	Dari hasil pengukuran di dapatkan hasil yang sesuai dengan teori. Pada posisi ini servo dalam keadaan posisi $\pm 135^\circ$. Namun sinyal pulsa mempunyai gelombang kecil yang biasa di sebut dengan Noisa.
TP.7	Data input untuk motor servo kanan dalam keadaan caput tertutup	Secara Teori:  Secara Praktek: 	Dari hasil pengukuran di dapatkan hasil yang sesuai dengan teori. Pada posisi ini servo dalam keadaan posisi $\pm 45^\circ$. Sinyal pulsa pada posisi terbuka lebih lebar dibandingka dalam keadaan tertutup.
TP.8	Data input untuk motor servo untuk mengangkat	Secara Teori:  Secara Praktek: 	Dari hasil pengukuran dapatkan hasil yang sesuai dengan teori. Pada posisi ini servo dalam keadaan posisi $\pm 45^\circ$. Pada posisi ini sinyal sama dengan servo dalam keadaan tertutup. Sehingga lebar pulsanya sama.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perancangan robot pengangkut barang dengan teknik *pathplanning* ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancang bangun robot pengangkut barang dengan teknik *pathplanning* ini adalah salah satu produk perancangan robot yang kompleks dimana robot ini sudah mampu mengindra, memiliki sensor dan aktuator. Robot ini menggunakan 14

- sensor *proximity* yang berfungsi untuk membaca dan membedakan warna, sehingga dapat digunakan untuk membaca garis hitam diatas dasar putih, data dari sensor akan diteruskan ke mikrokontroler Atmega32 untuk diproses yang kemudian diteruskan ke aktuator. Aktuator dibagi menjadi dua bagian yaitu motor DC yang digunakan untuk menggerakkan robot, dan motor servo yang digunakan untuk mengambil dan mengangkat barang.
2. Teknik *pathplanning* adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mengatur kendali robot, perintah yang berupa arah, kecepatan, kecepatan banting, errorPID, timer, break, akan diatur langsung pada robot dengan memanfaatkan fungsi *pushbutton* yang akan ditampilkan di LCD dalam bentuk tampilan menu sehingga tidak memerlukan lagi antarmuka ke komputer.
 3. Pengembangan fitur yang diadakan pada robot ini adalah kecepatan *path*, sistem PID pada sensor *proximity*, *timer*, *break*, *insert/delete path*, *looping path*, fungsi servo untuk pengangkut, *reset factory*, serta *auto calibrasi* pada sensor *proximity*.

B. Saran

1. Gunakan *factoryreset* pada saat program selesai dimasukkan ke mikrokontroler, agar semua *path* berada dalam kondisi siap digunakan.
2. Sensor *proximity* sangat terpengaruh oleh cahaya luar, oleh karena itu disarankan menggunakan penutup yang bisa melindungi pembacaan sensor dari cahaya luar, sehingga nilai pembacaan ADC tetap stabil. Biasakan juga cek sensor terlebih dahulu sebelum robot digunakan agar kesalahan dalam pembacaan garis dapat diminimalisir.
3. Gunakan fitur timer jika mendapatkan lintasan yang lurus untuk mempercepat proses pengangkutan. Dan gunakan fitur break untuk melakukan pengereman dari kecepatan yang tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto Heri. 2013. "*Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*". Bandung. Penerbit :Informatika Bandung.
- Budiharto, Widodo. 2010. "*Robotika-Teori dan Implementasi*". Yogyakarta. Penerbit : ANDI.

Rancang Bangun Robot Pengangkut Barang Dengan Teknik Path Planning
[Putri Ida, Idhar dan Ahmad Risal]

Iswanto. 2011. “Belajar Mikrokontroler AT89S51 dengan Bahasa C”. Yogyakarta. Penerbit ANDI Yogyakarta.

Izwaja. 2015. “Sekilas Tentang Robot Line Follower”. (on line) <http://belajareletronika.com/devi-nisi-dan-bagian-robot-line-follower/>, diakses pada 24 maret 2016.

Jatmika, Yusep Nur. 2010. “Cara Mudah Merakit Robot Untuk Pemula”. Yogyakarta. Penerbit : Flash Book.

Zonaelektro.net. 2016. (on line), [“http://zonaelektro.net/adc-analog-to-digital-converter/kecepatan-sampling-adc/”](http://zonaelektro.net/adc-analog-to-digital-converter/kecepatan-sampling-adc/)

Google Image, 2016. (on line), [“https://www.google.com/search?q=gambar+sinyal+servo&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiXzp3jn_jNAhXCm5QKHS4oCJ0Q_AUICCGB&biw=1366&bih=657#imgrc=EDINYH8eUY8ywm%3A](https://www.google.com/search?q=gambar+sinyal+servo&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiXzp3jn_jNAhXCm5QKHS4oCJ0Q_AUICCGB&biw=1366&bih=657#imgrc=EDINYH8eUY8ywm%3A)