

# Rancang Bangun Alat Pemotong Rumput Otomatis

Jecky Yusakh Akay, Janny O. Wuwung ST, MT, Brave.A. Sugiarto ST, MT., A.S.M. Lumenta ST, MT.  
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: jeckay063@yahoo.com

*Abstract--The technology and scientific advancement already give a big impact for all the humankind aspect, so all the automation system has been developed in any various field such as in industry field,robotics field,medical field,and instruments field. All this thing can be seen in every technology which is exist for a few decades.*

*The haymaker autonomous system device is an application from automation system that aims to controlling 2 DC motors automatically from the automation haymaker. The automation system is using microcontroller ATmega16 AVR as a controller, and 7 pieces limit switch sensors as a obstacle detection. The language program using code vision AVR(C language).*

*Time to cover the entire area measuring 1.5 m x1, 5m is 2 minutes 35 seconds in the first experiment, while in the second experiment is 2 minutes 3 seconds.*

*Keyword:Haymaker,Limit Switch ,Mikrokontroler, ATMEGA8535.*

**Abstrak--Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan manfaat besar dalam segala aspek kehidupan manusia. Hal ini dapat dilihat dari berbagai macam teknologi digital yang ada dalam beberapa dekade ini. Sehingga sistem otomatisasi(automation) dalam berbagai bidang mulai dikembangkan baik dibidang perindustrian,robotika,medikal,dan instrumentasi.**

**Sistem otomatisasi alat pemotong rumput otomatis merupakan penerapan sistem otomatis yang bertujuan mengendalikan 2 buah motor DC secara otomatis pada alat pemotong rumput tanpa awak.Sistem otomasi ini menggunakan mikrokontroler dengan tipe AVR ATmega16 sebagai pengontrol, dan 7 buah sensor *limit switch* untuk mendeteksi halangan.Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C dengan *software* khusus CodeVision AVR.**

**Waktu yang di tempuh untuk mencakup seluruh area berukuran 1,5m x1,5m adalah 2 menit 35 detik pada percobaan pertama sedangkan pada percobaan kedua adalah 2 menit 3detik .**

**Kata kunci: Alat Pemotong Rumput, ATMEGA8535, *limit switch* ,Mikrokontroler,.**

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan manfaat besar dalam segala aspek kehidupan manusia.Hal ini dapat dilihat dari pembuatan robot-robot cerdas dan otomatis yang merupakan tuntutan dari dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat yang berkemampuan tinggi sehingga dapat menyelesaikan pekerjaan manusia serta mendapatkan hasil yang maksimal.Perkembangan robot tidak hanya pada kecanggihan mekaniknya saja, melainkan juga algoritma pengendalinya menggunakan sistem komputer.Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia.Pembuatan robot-robot dengan keistimewaan khusus 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 para pengusaha atau perusahaan. Melirik dan mengamati perkembangan teknologi robotika yang berkembang pesat. Sementara perkembangan dunia robot sangat kurang di Fakultas Teknik UNSRAT, sehingga penulis mengambil penelitian untuk wilayah Sulawesi Utara dengan membuat alat pemotong rumput otomatis berbasis microcontroller

Dengan menggunakan mikrokontroler sebagai otak dari sebuah alat pemotong rumput otomatis berbasis *microcontroller* menjadikannya dapat melakukan tugas secara otomatis.Pengisian program pada mikrokontroler yang disesuaikan dengan area kerja. Menjadikan alat pemotong rumput otomatis berbasis micro controller dapat bergerak secara otomatis.Konstruksi aktuator menggunakan driver motor yang menggerakkan motor dc sehingga motor ini dapat berputar dan menggerakkan alat pemotong rumput berbasis microcontroller.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Pengertian Sistem Kendali

Sistem kendali adalah suatu sistem yang bertujuan untuk mengendalikan suatu proses agar *output* yang dihasilkan dapat dikontrol sehingga tidak terjadi kesalahan. Dalam hal ini *output* yang dikendalikan adalah kestabilan, ketelitian, dan kedinamisannya.

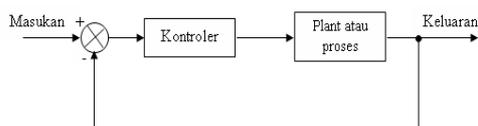
### B. Sistem Kendali Lup Tertutup

Sistem lup tertutup seringkali juga disebut dengan sistem umpan balik. Dimana sistem ini mempertahankan hubungan yang ditentukan antara keluaran dengan beberapa masukan acuan. Sinyal kesalahan yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan-balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran dan turunannya), diumpungkan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan gambar 1 berikut menunjukkan hubungan masukan-keluaran dari sistem kendali lup tertutup.

### C. Robotika

Kata “robot” diambil dari bahasa Ceko (Chech), yang memiliki arti “pekerja” (worker). Robot merupakan suatu perangkat mekanik yang mampu menjalankan tugas-tugas fisik, baik di bawah kendali dan pengawasan manusia, ataupun yang dijalankan dengan serangkaian program yang telah didefinisikan terlebih dahulu atau kecerdasan buatan (*artificial intelligence*)

Jika sebelumnya robot hanya dioperasikan di laboratorium ataupun dimanfaatkan untuk kepentingan industri, di negara-negara maju perkembangan robot mengalami peningkatan yang tajam, saat ini robot telah digunakan sebagai alat untuk membantu pekerjaan manusia. Seiring dengan berkembangnya teknologi, khususnya teknologi elektronik, peran robot menjadi semakin penting tidak saja di bidang sains, tapi juga diberbagai bidang lainnya, seperti bidang kedokteran, pertanian, bahkan militer. Secara sadar atau tidak, saat ini robot telah “masuk” dalam kehidupan manusia sehari-hari dalam berbagai bentuk dan jenis. Ada jenis robot sederhana yang dirancang untuk melakukan kegiatan yang sederhana, mudah dan berulang-ulang, ataupun robot yang diciptakan khusus untuk melakukan sesuatu yang rumit, sehingga dapat berperilaku sangat



Gambar 1. Sistem Kendali Lup Tertutup

kompleks dan secara otomatis dapat mengontrol dirinya sendiri sampai batas tertentu.

### D. Sistem gerak pada robot

Robot berdasarkan mobilitasnya terbagi dalam dua kelompok. Kelompok yang pertama merupakan robot yang dioperasikan pada lingkungan yang tetap dengan pergerakan yang cenderung tetap dan tertentu (sebagai robot industri atau *stationary robot*). Pada kelompok yang kedua, *robot* dapat bergerak secara otonomi, memiliki navigasi, dan pergerakannya yang tidak tetap tergantung dari medan jelajah (dikenal dengan *mobile robot*).

### E. Sistem kaki

Pada dasarnya sistem kaki adalah gerakan “roda” yang didesain sedemikian rupa hingga memiliki kemampuan gerak seperti makhluk hidup. Robot berjalan dengan sistem dua kaki atau *biped* robot memiliki struktur kaki seperti manusia setidaknya tidaknya mempunyai sendi-sendi yang mewakili pergelangan kaki, lutut dan pinggul. Dalam konfigurasi yang ideal pergerakan pada pinggul dapat terdiri dari multi DOF dengan kemampuan gerakan memutar seperti orang menari jaipong. Demikian juga pada pergelangan kaki, idealnya juga adalah memiliki kemampuan gerakan *bipolar*. Untuk robot binatang (*animaloid*) seperti serangga, jumlah kaki dapat desain lebih dari empat. Bahkan robot ular dapat memiliki DOF yang lebih dari 8 sesuai dengan panjang robot (ular) yang didefinisikan.

### F. Sistem Roda

Sistem roda adalah sistem mekanik yang dapat menggerakkan robot untuk berpindah posisi. Dapat terdiri dari sedikitnya sebuah roda penggerak (*drive dan steer*), dua roda differensial (kiri-kanan independen ataupun sistem *belt* seperti tank), tiga roda (*synchro drive* atau sistem *holonomic*), empat roda (*Ackermannmodel / car like mobile robot* ataupun sistem *macanum wheels*) ataupun lebih.

Sistem mekanik robot beroda lainnya dengan menggunakan *belt* atau rantai sebagai penggerak robot seperti pada gambar 2. Penggunaan *belt* ini lebih baik dalam proses pergerakan robot yang mempunyai *tracking* yang lebih rumit.



Gambar 2. Sistem Kaki Pada Robot Hexapod

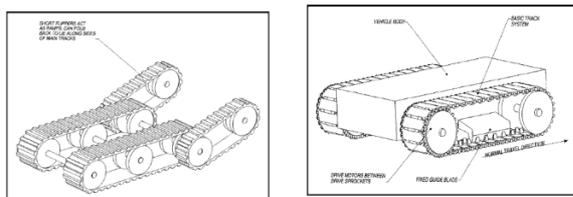
Dengan model mekanik roda seperti ini menjadikan robot dapat melewati halangan atau rintangan dengan mudah. Terlebih pada permukaan belt yang bergerigi membuat robot dapat dengan mudah menaiki tanjakan yang cukup tinggi yang dapat dilihat pada gambar 3.

Sistem lengan adalah bagian atau anggota badan robot selain sistem roda atau kaki. Dalam konteks *mobile robot*, bagian tangan ini dikenal sebagai manipulator yaitu sistem gerak yang berfungsi untuk memanipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindah atau mengolah) objek. Pada robot industri fungsi mengolah dapat berupa perputaran (mamasang mur-baut, mengebor/*drilling*, *milling*, dan lain-lain), *tracking* (mengelas, membubut, dan sebagainya), ataupun mengaduk (kontrol proses). Untuk robot tangan, desain sendi-lengan diukur berdasarkan DOF. Lengan dapat dibuat kaku/tegar (*rigid*) ataupun fleksibel (*fleksibel manipulator*). Sistem tangan memiliki bagian khusus yang disebut sebagai *gripper* atau *grasper* (pemegang). Untuk *grasper* yang didesain seperti jari tangan manusia, derajat kebebasannya dapat terdiri lebih dari 16 DOF (3 DOF untuk jari kelingking, manis, tengah, telunjuk, dan 4 DOF untuk jari jempol), tidak termasuk gerakan polar pada sendi pergelangan.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dan perancangan alat ini dilakukan dalam kurun waktu beberapa bulan. Penelitian dimulai pada bulan maret 2013 dan berakhir bulan agustus 2013. Perancangan otomatisasi alat pemotong rumput ini dilakukan beberapa kali percobaan dalam menganalisa putaran motor DC dan penggabungan sensor limit switch dalam pendeteksian halangan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali. Tempat penelitian dan perancangan alat dilaksanakan di laboratorium teknik sistem kendali dan kediaman penulis. Bahan dasar pembuatan alat pemotong rumput otomatis terbuat dari plat acrylic. Pemilihan bahan ini dikarenakan acrylic memiliki masa jenis yang termasuk ringan dan juga mudah untuk ditemukan yang dapat dilihat langsung pada gambar 4.



Gambar 3. Konstruksi robot beroda dengan belt

#### B. Perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

Perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan adalah DI-Smart AVR Sistem Mikrokontroler ATMEGA 8535, DI HIQAVR USB ISP K-125, Batere Lithium Polymer (lipo), laptop, acrylic, spicer, resistor, sensor limit switch, mur dan baut, software code visio AVR, DI SMART Driver Motor 4A, Toolkit, Solder, Kabel 6 Jalur, Gear box.

#### C. Perancangan Program CodeVision AVR

Perancangan sistem otomatisasi alat pemotong rumput ini terdiri dari input, mikrokontroler dan output yang sama dengan pembuatan robot cerdas pada umumnya. Dari beberapa bagian tersebut didalamnya sudah termasuk perangkat keras (*hardware*) dan Perangkat lunak (*software*). Pada bagian masukan (*input*) digunakan sensor *limit switch* pendeteksi halangan. Untuk kontroler digunakan mikrokontroler tipe AVR ATMEGA 8535. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan yaitu Code Vision AVR dengan bahasa pemrograman C..

Blok diagram diatas merupakan blok diagram loop tertutup yang terbagi menjadi empat bagian sesuai dengan blok diagram sistem kendali, yaitu terbagi atas input berupa sensor, proses yang terdiri dari kontroler dan *plant* (alat pemotong rumput otomatis), *output* berupa motor dan mempunyai sistem umpan balik yaitu *sensor Limit Switch*. Untuk listing programnya dapat dilihat pada gambar 5.

Dapat dilihat bahwa kontroler berperan penuh dalam proses pengendalian dan kontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AVR ATMEGA 8535, dapat dilihat bahwa ketika diberikan daya sebesar yang dibutuhkan oleh kontroler maka dari kontroler akan menyuplai keseluruhan dari *device* yang ada sehingga dari DI Smart driver motor 4 A akan menggerakkan motor DC. Sedangkan untuk sensor *Limit Switch* dihubungkan dengan mikrokontroler yang nantinya pengolahannya akan dilakukan oleh mikrokontroler yang bertugas untuk mendeteksi ada tidaknya halangan.

### VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

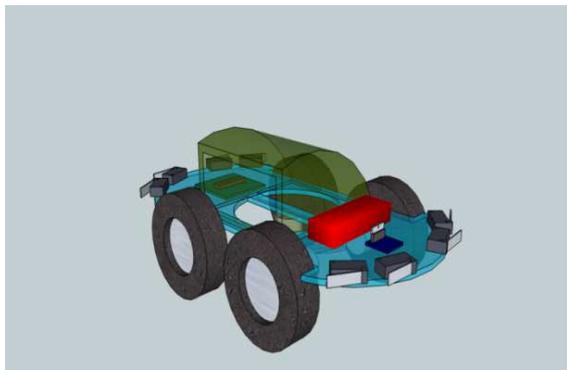
Robot pemotong rumput otomatis ini dikendalikan oleh mikrokontroler agar dapat menghindari halangan. Untuk itu dilakukan pengujian robot pemotong rumput otomatis ini disesuaikan dengan jenis sensor yang digunakan. Pengujian sensor *limit switch* pada robot pemotong rumput ini dilakukan sebanyak enam kali, yang pertama yaitu pada saat robot mendeteksi halangan dengan menggunakan 1 (satu) buah sensor *limit switch* yaitu S0 dan seterusnya sampai pada sensor *limit switch* yang ke 5 atau S5 selanjutnya menggunakan 2 (dua)

buah sensor yaitu S5 dan S6 yang terletak dibagian belakang robot untuk mendeteksi halangan di bagian .Pengujian terhadap robot difokuskan pada sensor *limit switch* dan driver motor DC disebabkan karena pergerakan robot ditentukan oleh driver motor DC (apakah robot akan berbelok ke kanan, ke kiri atau maju) setelah menerima sinyal dari sensor melalui mikrokontroler. Selanjutnya robot pemotong rumput ini hanya menggunakan teknik *ON-OFF* pada kedua motor robot. Teknik *ON-OFF* yang dimaksud adalah jika robot akan berbelok ke kanan atau ke kiri maka salah satu motor akan berhenti (motor *OFF*) dan yang satunya lagi akan terus berputar (motor *ON*).

#### A. Pengujian Sensor

Pengujian dengan menggunakan 7(tujuh) buah sensor *limit switch*. pada bagian depan 5 buah sensor dan 2(dua) buah sensor di bagian belakang , pengujian perlu dilakukan karena ketika ada halangan di bagian depan, tengah dan bagian belakang kita dapat mengetahui respon robot, dimana sisi kiri yaitu sensor S3,S4 dibagian tengah sensor S2 dan bagian belakang sensor S5,S6. Terlebih dahulu kita perlu mengetahui arah putaran dari masing-masing kedua motor DC setelah menerima sinyal dari sensor melalui mikrokontroler. Untuk mengetahui putaran motor per menit kita menggunakan alat ukur yaitu *tachometer*. Lebih jelasnya dapat kita lihat pada tabel berikut.

Berdasarkan tabel I, terlihat sensor *limit switch* (S0) menyentuh dinding penghalang sehingga berpengaruh terhadap putaran motor dengan nilai 2236 rpm dan respon dari pada robot yaitu mundur selama 1,80 detik dan belok kiri selama 0,72 detik, (S1) nilai putaran motor 2236 rpm dan respon dari robot mundur selama 1,71 detik dan belok kiri selama



Gambar 4. Desain Pemotong Rumput Otomatis

0,54 detik,(S2) nilai putaran motor 2236 rpm dan respon dari robot mundur selama 1,71 detik dan belok kiri selama 0,76 detik,(S3) nilai dari putaran motor 2236 rpm respon dari robot mundur selama 1,80 detik dan belok kiri selama 0,45 detik,(S4) nilai dari putaran motor 2236 rpm respon dari robot mundur selama 1.75 detik dan belok kiri selama 0,31 detik,(S5) nilai putaran motor 2236 rpm respon dari robot Maju selama 1,78 detik dan belok kiri selama 0,37 detik, dan yang terakhir sensor *limit switch* (S5) dan (S6) nilai dari putaran motor 2236 respon dari robot maju.

#### B. Hasil Pengujian pemotongan

Berdasarkan tabel I, bisa dilihat bahwa hasil pemotongan rumput yang pertama memakan waktu lebih banyak karna rumput masih dalam keadaan utuh, hasil pengujian yang ke dua memakan waktu lebih sedikit karena sebagian rumput telah terpotong di pengujian yang pertama. Untuk hasil pemotongan dapat dilihat pada gambar 6.

TABEL I. HASIL PENGUJIAN SENSOR

Input sensor limit switch	RPM (RodaKiri)	RPM (RodaKanan)	Respon dari Robot	Waktu
S0	2236	2236	Mundur dan belok kiri	Mundur selama 1,80 detik dan belok kiri selama 0,72 detik
S1	2236	2236	Mundur dan belok kiri	Mundur selama 1,71 detik dan belok kiri selama 0,54 detik
S2	2236	2236	Mundur dan belok kiri	Mundur selama 1,71 detik dan belok kiri selama 0,76 detik
S3	2236	2236	Mundur dan belok kiri	Mundur selama 1,80 detik dan belok kiri selama 0,45 detik
S4	2236	2236	Mundur dan belok kiri	Mundur selama 1,75 detik dan belok kiri selama 0,31 detik

```

while (1)
{
  if(S0==1 && S1==1 && S2==1 && S3==1 && S4==1 && S5==1
&& S6==1)
  {maiu();}
  if(S0==1 && S1==1 && S2==0 && S3==1 && S4==1 && S5==1
&& S6==1)
  {mundur();delay_ms(600);belok_kiri();delay_ms(300);}
  if(S0==0 && S1==1 && S2==1 && S3==1 && S4==1 && S5==1
&& S6==1)
  {mundur();delay_ms(1600);belok_kiri();delay_ms(400);}
  if(S0==1 && S1==0 && S2==1 && S3==1 && S4==1 && S5==1
&& S6==1)
  {mundur();delay_ms(1600);belok_kiri();delay_ms(400);}
  if(S0==1 && S1==1 && S2==0 && S3==1 && S4==1 && S5==1 &&
S6==1)
  {mundur();delay_ms(1600);belok_kiri();delay_ms(400);}
  if(S0==1 && S1==1 && S2==1 && S3==0 && S4==1 && S5==1
&& S6==1)
  {mundur();delay_ms(1600);belok_kiri();delay_ms(400);}
  if(S0==1 && S1==1 && S2==1 && S3==1 && S4==0 && S5==1
&& S6==1)
  {mundur();delay_ms(1600);belok_kiri();delay_ms(400);}
  if(S0==1 && S1==1 && S2==1 && S3==1 && S4==1 && S5==0
&& S6==1)
  {mundur();delay_ms(1600);belok_kiri();delay_ms(400);}
  if(S0==1 && S1==1 && S2==1 && S3==1 && S4==1 && S5==1
&& S6==0)
  {mundur();delay_ms(1600);belok_kiri();delay_ms(400);}
  if(S0==1 && S1==1 && S2==1 && S3==1 && S4==1 && S5==1
&& S6==0)
  {mundur();delay_ms(300);belok_kiri();delay_ms(300);}
  if(S0==1 && S1==1 && S2==1 && S3==1 && S4==1 && S5==0
&& S6==0)
  {maiu();}
}
    
```

Gambar 5. Listing Program Robot Pemotong Rumput Otomatis

## VII. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan dalam perancangan alat pemotong rumput Otomatis, maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan pelaksanaan dan hasil dari penelitian yaitu: Driver motor L298N mampu mengendalikan kecepatan putaran motor dc pada robot,yang kondisi *high* yaitu 2036rpm sedangkan kondisi *low*nya yaitu 0 rpm dan driver motor tersebut juga dapat mengatur arah putaran motor

*Supply* tegangan yang digunakan berjenis Lippo dengan arus sebesar 2200mAh dengan keluaran tegangan 11.Ivolt diberikan pada mikrokontroler dan motor serta sensor. Besar *supply* tegangan akan mempengaruhi laju atau kecepatan putaran motor tersebut.

Sistem mekanik pada *robot* akan mempengaruhi hasil pemotongan rumput. Penggunaan Akrilic khususnya pada body robot mengakibatkan bobot dari robot terlalu ringan sehingga mempengaruhi keseimbangan robot disaat pisau pemotong sedang bekerja.

Gambar Posisi awal Robot	Waktu	Gambar Hasil Potongan
	2 menit 35 detik	
	2 menit 5 detik	

Gambar 6. Hasil Pemotongan Rumput

Aktuator atau sistem penggerak pada robot menggunakan motor dc dan Driver motor L298N sebagai pengandali putaran dari motor dc Halangan dapat dideteksi menggunakan sensor *limit switch*

Pendeteksian halangan menggunakan sensor *limit switch* disaat sensor menyentuh halangan.

Pemrograman pada robot menggunakan bahasa c karena bahasa ini merupakan bahasa HLL(*High Level Language*) atau bahasa menengah lebih manusiawi sehingga program yang mudah dibaca dan dibuat.

*Software* yang digunakan adalah *software* khusus yaitu *Code Vision AVR V2.03.4*.

### B. Saran

Dapat digunakan mikrokontroler AVR ATMEGA dengan tipe yang lebih besar penyimpanan datanya sehingga stack program akan minim terjadi.

Penggunaan Sensor limit switch dapat diganti dengan sensor pendeteksi halangan yang lain berupa sensor (SRF04 atau sensor PING)) sehingga robot lebih presisi dalam mendeteksi halangan dalam berbagai medan.

Mekanik dari body robot sebaiknya dari plat almunium atau besi sekalipun supaya bobot robot menjadi lebih berat agar dapat meminimalisir getaran dari pisau pemotong yang sedang bekerja sehingga dapat meningkatkan keseimbangan robot.

Motor dc yang digunakan sebagai *actuator* pisau pemotong sebaiknya diganti dengan motor *brushless* agar putaran motornya cepat dan torsiya lebih besar sehingga dapat mempengaruhi hasil pemotongannya menjadi lebih baik .

Sebaiknya penggunaan pisau pemotongnya lebih tajam dan bobotnya lebih ringan agar hasil pemotongannya efektif dan cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiharto & Rizal, *Belajar Sendiri 12 Proyek Mikrokontroler untuk Pemula*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2007.
- [2] Budiharto, Widodo, *Membuat Robot Cerdas*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2006.
- [3] Budiharto, Widodo, *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2004.
- [4] Halim, Sandy, *Merancang Mobile Robot Pembawa Objek Menggunakan OOPic-R*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2007
- [5] M.I.Malik, *Membuat Robot dengan Mikrokontroler PIC16F84*, Gava Media, Yogyakarta, 2006.
- [6] M.I.Malik, *Pengantar Membuat Robot*, Gava Media, Yogyakarta, 2006.
- [7] Liputo, Burhan, *Perancangan Kendali Tegangan Abnormal Sistem Digital*, Skripsi Program S1 Teknik elektro Universitas Sam Ratulangi, 2006.
- [8] L. Wardhana, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware dan Aplikasi*, Andi, Yogyakarta, 2006.
- [9] Pitowarno, Endra, *Robotika Disain kontrol dan kecerdasan buatan*, Andi, Yogyakarta, 2006.
- [10] Sigit, Riyanto, *Robotika, Sensor & Aktuator*, Graha Ilmu, Yogyakarta 2007.
- [11] Wahyudin, Didin, *Belajar Mudah Mikrokontroler AT 89S52 dengan Bahasa Basic Menggunakan BASCOM-8051*, Andi, Yogyakarta, 2007.