



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**APLIKASI MIKROKONTROLER ATMEGA 8535
PADA PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL
ROBOT INSPEKSI REL**

TUGAS AKHIR

Heri Susianto

L2E 604 212

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

SEMARANG

MARET 2011

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :
Nama : Heri Susianto
N I M : L2E604212
Pembimbing : Dr. Joga Dharma Setiawan, MSc
Jangka waktu : 14 bulan
Judul : **Aplikasi Mikrokontroler ATmega 8535 Pada Perancangan
Dan Pembuatan Sistem Kontrol Motor Robot Inspeksi Rel**

Isi tugas :

1. Mengintegrasikan mikrokontroler ATmega 8535 dengan perangkat netbook sebagai pengontrol robot inspeksi rel.
2. Evaluasi hasil pengukuran dari *potensiometer* yang digunakan sebagai sensor sudut angular.
3. Evaluasi hasil pengukuran dari *optocoupler* yang digunakan sensor kecepatan putaran motor.
4. Implementasi *proportional control* pada mikrokontroler ATmega 8535 dan mencari nilai parameter kontrol proporsional agar diperoleh kestabilan putaran motor yang baik.

Semarang, 16 Maret 2011

Pembimbing,



Dr. Joga Dharma Setiawan, MSc.
NIP. 196811102005011001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Heri Susianto
NIM : I.2E 604 212
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Aplikasi Mikrokontroler ATmega 8535 Pada
Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Robot
Inspeksi Rel

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Joga Dharma Setiawan, MSc
Penguji : Dr. A. P. Bayuseno
Penguji : Ir. Bambang Yunianto, MT
Penguji : Ir. Sugiyanto, DEA

()
()
()
()

Semarang, 25 Maret 2011

Ketua
Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Ir. Dipl Ing Berkah Fajar TK.
NIP. 195907221987031003

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Heri Susianto
NIM : L2E 604 212
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

"Aplikasi Mikrokontroler ATmega 8535 Pada Perancangan Dan Pembuatan Sistem Kontrol Motor Robot Inspeksi Rel"

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 16 Maret 2011

Yang Menyatakan


(Heri Susianto)

ABSTRAK

Sistem kontrol adalah salah satu bagian terpenting pada suatu robot sehingga robot tersebut dapat berjalan sebagai mana fungsinya. Pada penelitian disini dibuat sistem kontrol dari *prototype* robot inspeksi rel. Yang diharapkan robot tersebut dapat berjalan diatas rel sesuai dengan input kecepatan motor yang diberikan dan dapat mengetahui kesejajaran dari rel. Sistem kontrol kecepatan motor yang dibuat menggunakan sistem kontrol tertutup dengan teknik pengendali proporsional. Sebagai pengontrol motor digunakan mikrokontroler ATMega 8535, *optocoupler type H21A3* sebagai sensor kecepatan, dan untuk penggeraknya digunakan *worm gear* dc motor 12V. Untuk mengetahui tingkat kesejajaran rel digunakan *potensiometer* yang diaplikasikan sebagai sensor pengukur sudut angular.

Program pengontrol ini terpasang pada perangkat *netbook* yang dibuat dengan menggunakan *software visual studio 2008*, dan dihubungkan dengan mikrokontroler ATMega 8535 dengan koneksi *interface serial RS-232*. Hasil implementasi pengendalian motor dengan teknik pengendali proporsional dapat bekerja dengan baik, dalam kondisi tanpa beban maupun terbeban. Resolusi dari sensor kecepatan yang dibuat sebesar ± 2 rpm, dan resolusi sensor sudut 1 derajat. Didapatkan hasil dari percobaan pengendalian motor dengan menggunakan nilai Kp 0.7 dan sampling time 500 ms mampu untuk mendapatkan steady state sesuai dengan set point nya.

ABSTRACT

A control system is one of the most important part of the field of robotics. In the study here made the control system of inspection robot prototype rails. Expected the robot to walk on a rail line with a given motor speed input and know the level of alignment of the rail. Motor speed control system which is made using a closed control system with proportional control technique. As the motor controller is used microcontroller ATmega 8535, optocoupler type H21A3 as speed sensors, for use worm gear driving motor 12 V dc To determine the level of alignment rails used a potentiometer which is applied as a sensor measuring angular angle.

Control code is installed on netbook devices using visual studio 2008 software, and is connected with microcontroller ATmega 8535 with the connection interface serial RS-232. The result of the implementation of motor control with proportional control technique can work well, in no load or with load. Resolution of the speed sensors are made of ± 2 rpm, and a resolution of 1 degree angle sensor. Found that the result of motor control experiments using the value of K_p 0.7 and 500 ms sampling time able to obtain steady state according to its set point.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini Saya dedikasikan untuk Bapak dan Ibu, atas kasih sayang, pengorbanan, dukungan, semangat, doa yang tulus ikhlas, dan kepercayaan kepada penulis untuk mengemban amanah yang mulia ini. Semoga Allah SWT memberikan tempat yang terbaik di sisi-Nya kelak.

Ketiga adikku yang tercinta, Fajar Permana, Dhani Dzuhrizal, dan Reza Leil Fandi atas pengertian, semangat dan bantuannya selama pengerjaan tugas akhir ini.

Hasil laporan penelitian ini semoga dapat bermanfaat dan berguna sebagai bahan pembelajaran dalam dunia hardware dan software perangkat mikrokontroler bagi para penggemar mekatronika kelak di kemudian hari.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis merasa sangat bersyukur mendapatkan kesempatan untuk ikut bergelut pada bidang yang selama ini tidak pernah terbayangkan oleh penulis. Mudah-mudahan pengerjaan tugas akhir ini dapat memberikan pengalaman berharga bagi penulis dan dapat berguna bagi para pembaca. Terima kasih sebanyak banyaknya penulis sampaikan kepada:

- Dr. Joga Dharma Setiawan, selaku pembimbing 1 yang telah banyak memberikan bimbingan, dorongan, dan inspirasi kepada penulis.
- Bp. Gunawan, ST. MT, yang memberi ide dalam terwujudnya robot inspeksi rel ini.
- Yuniawan dan Iswan Pradiptya (TM'06) yang banyak memberi masukan mengenai perangkat keras dan mikrokontroler pada pengerjaan tugas akhir.
- Dwi Budi Suyanto, Heri Kiswanto, dan M.Ariyanto (Teman Lab. Instrumen dan Kontrol) atas diskusinya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritikan dan saran dari pembaca melalui alamat facebook: heri.susianto@gmail.com. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat.

Wassalam.

Semarang, 16 Maret 2011

Penulis

DAFTAR SIMBOL

SP	<i>Set Point</i>
PV	<i>Present Value</i>
MV	<i>Manipulated Variable</i>
RPM	rotasi per menit
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
GUI	<i>Graphic User Interface</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Serial Receiver and Transmitter</i>
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>
Kp	<i>proportional control value</i>
T	<i>perioda</i>
f	<i>frekuensi</i>
CW	<i>Clock Wise</i>
CCW	<i>Counter Clock Wise</i>

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penulisan	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Metode Penulisan	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1. Definisi Robot	6
2.2. Sistem Kontrol Robot Inspection Rail	9
2.3. Definisi Mekatronika	9
2.3.1. Physical System Modelling (Konsep Mekanikal).....	11
2.3.2. Sensors,Tranduser dan Aktuator	12
2.3.3. Signal dan System (Sistem Kontrol)	14
2.3.4. Komputer dan Sistem Logika.....	17
2.3.5. Perangkat Lunak dan Data Akuisisi	17

2.4. DC Motor	18
2.4.1. Motor Servo.....	18
2.4.2. STEPPER MOTOR.....	19
2.4.3. Worm Gear DC Motor	22
2.5. Driver Motor (H-Bridge)	23
2.6. PENGENDALIAN MOTOR DC	25
2.6.1. Pulse Width Modulation (PWM)	26
2.6.2. Kontrol Proporsional.....	27
2.6.3. Kontrol Integral	28
2.6.4. Kontrol Derivative	30
2.7. Sifat Umum Alat Ukur	31
2.8. Sistem Waktu Diskrit	32
2.9. Encoder	33
2.10. Optocoupler H21A3	34
2.11. Potensiometer	35
2.12. Mikrokontroler ATmega8535	37
2.13. Rangkaian Sistem Minimum ATmega 8535	38
2.14. Rangkaian Regulator Tegangan 5V	40
BAB III PERANCANGAN HARDWARE DAN SOFTWARE.....	41
3.1. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)	41
3.1.1. Pemilihan Motor Penggerak	41
3.1.2. Blok Diagram Sistem Kontrol Robot Inspeksi Rel	43
3.1.3. Rangkaian Elektronik	45
3.2. Perancangan Perangkat Lunak (Software)	46
3.2.1. Program Pengontrol Menggunakan Visual Studio 2008	46
3.2.2. Program Mikrokontroler ATmega 8535	54
3.2.3. Program Akuisisi Data Kecepatan Motor	61
3.3. Algoritma Program Pengendalian Kecepatan Motor	66
3.3.1. Rutin Perhitungan Jumlah Lubang.....	67

3.3.2. Rutin Perhitungan RPM	68
3.3.3. Rutin Perhitungan Kontrol Proporsional.....	68
3.3.4. Rutin Pembangkitan Signal PWM	69
3.3.5. Rutin Penerimaan dan Pengiriman Data UART (Universal Asynchronous Serial Receiver and Transmitter).....	70
3.3.6. Flowchart Program Pengendalian Motor	72
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	74
4.1. Integrasi Sistem Kontrol Robot Inspeksi Rel	74
4.2. Perangkat Akuisisi Data	75
4.3. Kalibrasi Sensor	76
4.4. Hasil Pengujian Pengendalian Motor Tanpa Beban	78
4.5. Hasil Pengujian Pengendalian Motor Terbeban	83
4.5.1. Respon dalam menanggapi gangguan (disturbances)	84
4.5.2. Respon menanggapi perubahan arah.....	84
BAB V PENUTUP	84
5.1. Kesimpulan	86
5.2. Saran	86

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- Listing program mikrokontroler (Code Vision AVR)
- Listing program netbook (Visual studio 2008)
- Blok Diagram Program Akuisisi data (MatLab 2008b)
- Data Kalibrasi Sensor
- Gambar AutoCad Robot Inspeksi Rel
- Foto Robot Inspeksi Rel

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Diagram Alir Perancangan Sistem Kontrol Robot Inspeksi	8
Gambar 2-2. Komponen Utama Mekatronika.....	11
Gambar 2-3. Sensor Posisi Digital Optis.....	13
Gambar 2-4. Rangkaian Sistem Aktuator	13
Gambar 2-5. Open-Loop System	15
Gambar 2-6. Closed-Loop System.....	16
Gambar 2-7. Servo Motor Futaba S136G	19
Gambar 2-8. Grafik karakteristik stepper motor PM55L-048	21
Gambar 2-9. Stepper motor PM55L-048	21
Gambar 2-10. Worm Gear DC Motor	22
Gambar 2-11. Sistem kerja H-Bridge.....	23
Gambar 2-12. Pensaklaran Transistor	24
Gambar 2-13. Skematika Motor DC	25
Gambar 2-14. Pulse Width Modulation (PWM)	27
Gambar 2-15. Diagram blok sistem pengaturan proporsional	28
Gambar 2-16. Diagram blok sistem pengaturan integral	29
Gambar 2-17. Diagram blok sistem pengaturan integral	30
Gambar 2-18. Accuracy, Precision, Bias, Error.....	32
Gambar 2-19. Sistem Waktu Diskrit.....	33
Gambar 2-20. Blok penyusun Rotary Encoder	34
Gambar 2-21. Bentuk dan Rangkaian Dasar Optocoupler.....	35
Gambar 2-22. Posisi Resistansi Sensor.....	36
Gambar 2-23. Jenis Potensiometer.....	37
Gambar 2-24. Rangkaian dan Konfigurasi PIN ATmega8535.....	38
Gambar 2-25. Rangkaian Sistem Minimum ATmega8535	39
Gambar 2-26. Rangkaian Regulator Tegangan 5V	40
Gambar 3-1. Model Rangka Robot Inspeksi Rel	42
Gambar 3-2. Blok diagram sistem kontrol robot inspection rail.....	44
Gambar 3-3. Rangkaian elektronik	45

Gambar 3-4. Halaman awal visual studio 2008	47
Gambar 3-5. Form awal program.....	48
Gambar 3-6. Tampilan Group Box	48
Gambar 3-7. Tampilan label dan Baudrate.....	49
Gambar 3-8. Tampilan button	50
Gambar 3-9. Tampilan serialPort, statusStrip, dan Angular Gauge	50
Gambar 3-10. Aktivasi toolbox GMS Aircraft dan MatLab 2008.....	51
Gambar 3-11. Tampilan Air Ax	52
Gambar 3-12. Listing Filtering Signal Potensiometer	52
Gambar 3-13. Hasil akhir form yang dibuat	53
Gambar 3-14. Listing Program	54
Gambar 3-15 Hasil Debug Program GUI Rail Inspection.....	54
Gambar 3-16. Code Vision AVR.....	55
Gambar 3-17. Create new project	56
Gambar 3-18. Pilihan untuk menggunakan code wizard	56
Gambar 3-19. Setting chip, LCD, Eksternal IRQ,USART dan ADC	57
Gambar 3-20. Generate, save dan exit	59
Gambar 3-21. Proses download program ke dalam AVR.....	60
Gambar 3-22. Flowchart pemrograman mikrokontroler	60
Gambar 3-23. Halaman baru simulink	61
Gambar 3-24. Blok diagram serial configuration dan serial received	62
Gambar 3-25. Blok diagram selector	63
Gambar 3-26. Blok diagram Gain dan Add	63
Gambar 3-27. Blok diagram constan	64
Gambar 3-28. Blok diagram trigger	65
Gambar 3-29. Blok diagram XY Graph.....	65
Gambar 3-30. Hasil akhir program akuisisi data dengan MatLab 2008b	66
Gambar 3-31. Penghitungan jumlah lubang pada AVR	67
Gambar 3-32. Penghitungan rpm pada AVR.....	68
Gambar 3-33. Penghitungan kontrol proporsional pada AVR	68
Gambar 3-34. Pendefinisian interupsi program pada AVR	70

Gambar 3-35. Rutin penerimaan data pada AVR	71
Gambar 3-36. Rutin pengiriman data pada AVR.....	72
Gambar 3-37. Flowchart program pengendalian motor.....	73
Gambar 4-1. Rangkaian Alat Kontrol Robot Inspeksi.....	74
Gambar 4-2. Tampilan program pengontrol	74
Gambar 4-3. Blok diagram akusisi data.....	76
Gambar 4-4. Tachometer	76
Gambar 4-5. Hasil Pengukuran Tachometer dengan Encoder.....	77
Gambar 4-6. Grafik perbandingan Sensor Pengukur Sudut.....	78
Gambar 4-7. Grafik Respon Sistem SP 60 rpm Kp 0.5	79
Gambar 4-8. Grafik Respon Sistem SP 60 rpm Kp 0.7	79
Gambar 4-9. Grafik Respon Sistem SP 60 rpm Kp 1.2	80
Gambar 4-10 Grafik Respon Sistem SP 70 rpm Kp 0.5	80
Gambar 4-11. Grafik Respon Sistem SP 70 rpm Kp 0.7	81
Gambar 4-12. Grafik Respon Sistem SP 70 rpm Kp 1.2	81
Gambar 4-13. Grafik Respon Sistem SP 80 rpm Kp 0.5	82
Gambar 4-14. Grafik Respon Sistem SP 80 rpm Kp 0.7	82
Gambar 4-15. Grafik Respon Sistem SP 80 rpm Kp 1.2	83
Gambar 4-16. Grafik respon sistem terhadap gangguan.....	84
Gambar 4-17. Grafik respon sistem terhadap pembalikan arah putaran.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1.	Spec servo motor Futaba S136G.....	19
Tabel 2-2.	Karakteristik Stepper Motor PM55L-048	20
Tabel 2-3.	Karakteristik Worm Gear DC Motor	22