

# TUGAS AKHIR

## **Pengembangan Robot Prototipe Pelacak Api Berbasis Mikrokontroler *Arduino UNO (Atmega 328)***

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat  
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Saifour Rizal  
NIM : 41409120015  
Program Studi : Teknik Elektro

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2014

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Saifour Rizal

NIM : 41409120015

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul : Pengembangan Robot Prototipe Pelacak Api Berbasis  
Mikrokontroler *Arduino UNO (Atmega 328)*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



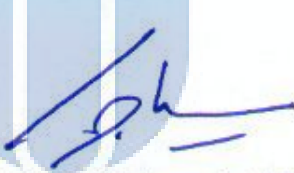
[Saifour Rizal]

## LEMBAR PENGESAHAN

### **Pengembangan Robot Prototipe Pelacak Api Berbasis Mikrokontroler *Arduino UNO (Atmega 328)***

**Disusun Oleh :**

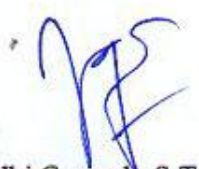
Nama : Saifour Rizal  
NIM : 41409120015  
Jurusan : Teknik Elektro

Pembimbing,  


[Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng.]

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Mengetahui,  
Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



[Yudhi Gunardi, S.T., M.T.]

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir di Universitas Mercu Buana kampus meruya Jakarta sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

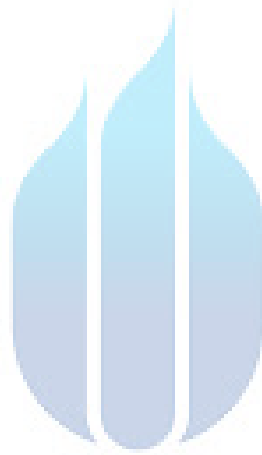
Penulisan tugas akhir ini berdasarkan hasil analisis dan praktek sendiri di Jakarta. Kegiatan ini dimulai pada awal Juni 2014. Di dalam pelaksanaannya, penulis mendapatkan banyak hal baru, bukan saja dari segi keilmuan tetapi juga dari pengalaman di dalam menghadapi *troubleshooting* didalam sistem yang sebelumnya tidak pernah ditemukan.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Arisetyanto Nugroho, Dr., M.M., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dana Santoso, M.Eng.Sc.,Ph.D., selaku PjS. Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Yudhi Gunardi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Elektro dan Pembimbing Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Pembimbing Universitas Mercu Buana.
5. Ibu Siti Syamsiah, sebagai ibunda tercinta yang selalu berdoa dan sangat berjasa selama perjalanan hidup penulis serta kakak-kakak yang tersayang.
6. Istri dan putraku tercinta yang senantiasa memberikan semangat dan doa.

7. Teman-teman, kerabat kerja dan semua pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek ini

Akhirnya penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan laporan ini supaya menjadi lebih baik. Semoga laporan kerja praktek ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan menambah wawasan serta dapat dijadikan pedoman bagi siapa saja yang berkepentingan dengan bidang ilmu teknik elektro.



Jakarta, 12 Januari 2014

Saifour Rizal

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

# DAFTAR ISI

	Halaman
<i>Halaman Judul</i> .....	i.
Lembar Pernyataan.....	ii.
Lembar Pengesahan .....	iii.
Abstrak.....	iv.
Kata Pengantar .....	v.
Daftar Isi .....	vii.
Daftar Tabel .....	xii.
Daftar Gambar.....	xiii.
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Tugas Akhir .....	6
1.5. Metodologi Penelitian .....	7
1.6. Sistematika Penulisan .....	8
<b>BAB II     LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Mekatronika .....	10
2.2. Robotika.....	13
2.3 Robot pemadam api .....	18

2.4. Mikrokontroler .....	20
2.5. Arduino UNO R3 .....	24
2.5.1. Spesifikasi ATmega328 .....	26
2.5.2. Catu daya .....	30
2.5.3. Kanal <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....	32
2.5.4. Komunikasi serial .....	33
2.5.5. <i>Shield</i> .....	34
2.6. Perangkat-perangkat <i>Input</i> dan <i>Output</i> ( <i>Transducer</i> ) .....	36
2.6.1. <i>Shield</i> Motor L293 .....	37
2.6.2. <i>Flame</i> sensor .....	41
2.6.3. Mikro <i>servo</i> .....	44
2.6.4. <i>Crash</i> sensor .....	49
2.6.5. <i>Fan</i> motor .....	50
2.7. Perangkat lunak pengembang (Arduino IDE) .....	53
2.7.1. Pemrograman ( <i>sketch</i> ) .....	58
2.7.1.1. <code>void setup()</code> .....	63
2.7.1.2. <code>void loop()</code> .....	64
2.7.1.3. <code>void</code> .....	64
2.7.1.4. <code>#define</code> .....	65
2.7.1.5. <code>#include</code> .....	66
2.7.1.6. <code>serial</code> .....	66
2.7.1.7. <code>pinMode()</code> .....	67
2.7.1.8. <code>digitalWrite()</code> .....	68
2.7.1.9. <code>digitalRead()</code> .....	69

2.7.1.10. analogWrite().....	69
2.7.1.11. analogRead().....	70
2.7.1.12. delay().....	71
2.7.1.13. max().....	72
2.7.1.14. if...else .....	72
2.7.1.15. //.....	74
2.7.1.16. /*...*/.....	74

### **BAB III PERANCANGAN ROBOT**

3.1. Blok Diagram .....	76
3.2. Perancangan Mekanik .....	78
3.2.1. Mekanis tabrakan .....	78
3.2.2. Pelacak arah api .....	81
3.2.3. Pemadam api .....	83
3.2.4. Penggerak robot .....	85
3.2.5. Badan robot .....	87
3.3. Perancangan Elektrik .....	88
3.3.1. Pendeteksi halangan.....	88
3.3.2. Pendeteksi api .....	92
3.3.3. Pelacak arah api.....	97
3.3.4. Pemadam api .....	101
3.3.5. Penggerak robot .....	103
3.3.6. Teknik Pengendalian.....	104
3.3.7. Power supply .....	109



3.4. Perancangan Program .....	113
3.4.1. Program navigasi.....	113
3.4.2. Program pelacak api .....	125
3.4.3 Program kipas api.....	138
3.4.4. Program utama ( <i>loop</i> ).....	140

#### **BAB IV    PENGUJIAN DAN ANALISIS**

4.1. Instrumen pengujian .....	146
4.2. Pengujian rangkaian elektrik .....	147
4.3. Pengujian sistem kendali tabrak .....	160
4.4. Pengujian sistem kendali melacak api .....	165
4.5. Pengujian sistem kendali kipas angin.....	176
4.6. Pengujian robot pemadam api.....	180
4.7. Analisis kinerja mekanik .....	181
4.8. Analisis kinerja daya baterai .....	185
4.9. Analisis kinerja tabrak .....	186
4.10. Analisis kinerja lacak api .....	188
4.11. Analisis kinerja kipas angin .....	192

#### **BAB V    KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan .....	193
5.2. Saran .....	194

Daftar Pustaka .....	195
Lampiran .....	196
- Sirkuit diagram Arduino UNO R3	
- Sirkuit diagram <i>Shield</i> motor “DFRduino/Roboduino Motor Drive”	
- <i>Data sheet Flame Sensor</i>	
- <i>Data sheet TIP41C</i>	
- <i>Sketch program</i>	



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan robot cerdas dengan manusia .....	16
Tabel 2.2 Perbedaan program kecerdasan buatan dengan konvensional .....	17
Tabel 2.3 Alokasi pin <i>shield</i> motor L293.....	40
Tabel 2.4 <i>Syntax</i> program arduino C.....	59
Tabel 3.1 Spesifikasi sensor tabrak (kanan / kiri).....	90
Tabel 3.2 Identifikasi terminal pin dan kabel sensor tabrak .....	90
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>flame</i> sensor YG1006 .....	93
Tabel 3.4 Identifikasi terminal pin dan kabel flame sensor.....	96
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>servo motor</i> SG90.....	98
Tabel 3.6 Identifikasi terminal pin dan kabel motor <i>servo</i> .....	99
Tabel 3.7 Konsumsi arus komponen-komponen robot.....	111
Tabel 3.8 Ukuran sel baterai.....	111
Tabel 3.9 Tabel matriks arah putar kedua motor dengan gerakan robot .....	122
Tabel 4.1 Hasil pengukuran rangkaian elektrik.....	159
Tabel 4.2 Konsumsi daya setiap gerakan robot.....	185

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram euler pembentukan ilmu mekatronika.....	10
Gambar 2.2 Varian mekanika dasar gir, rantai, dan tuas ungkit.....	11
Gambar 2.3 Mikrokontroler ATmega328.....	12
Gambar 2.4 Elemen-elemen kunci mekatronika.....	13
Gambar 2.5 Robot bermain catur dengan manusia.....	16
Gambar 2.6 Robot pelacak api.....	18
Gambar 2.7 Arsitektur umum mikrokontroler.....	21
Gambar 2.8 <i>Single board</i> Arduino UNO.....	24
Gambar 2.9 Arsitektur mikrokontroler AVR ATmega328.....	25
Gambar 2.10 Pemetaan pin ATmega328.....	27
Gambar 2.11 <i>Single board</i> Arduino UNO R3.....	29
Gambar 2.12 Konektor DC sistem Arduino.....	31
Gambar 2.13 <i>Shield</i> modular.....	35
Gambar 2.14 Varian <i>shield</i> motor <i>drive</i> dan WiFi.....	35
Gambar 2.15 Sinyal digital.....	36
Gambar 2.16 Sinyal analog.....	36
Gambar 2.17 <i>Shield</i> motor L293.....	38
Gambar 2.18 Prinsip kerja <i>H-Bridge</i> .....	39
Gambar 2.19 Diagram pengawatan kaki-kaki IC L293.....	39
Gambar 2.20 Pengawatan internal IC 74CH00 kuartet gerbang NAND.....	41

Gambar 2.21	<i>Flame sensor</i> dan kabel sinyal <i>analog</i> .....	42
Gambar 2.22	Simbol <i>phototransistor</i> .....	42
Gambar 2.23	<i>Micro servo</i> .....	44
Gambar 2.24	Komponen-komponen motor <i>servo</i> .....	45
Gambar 2.25	Konfigurasi prinsip kerja motor <i>servo</i> .....	46
Gambar 2.26	Variasi lebar pulsa ( <i>duty cycle</i> ) penentu sudut motor servo .....	47
Gambar 2.27	Lebar pulsa sinyal diskrit dan formula lebar pulsa.....	48
Gambar 2.28	Konstruksi tombol batas atau sensor tabrak.....	49
Gambar 2.29	Sensor tabrak ( <i>crash sensor</i> ).....	50
Gambar 2.30	Konstruksi motor DC magnet permanen.....	51
Gambar 2.31	Prinsip kerja putaran motor DC.....	52
Gambar 2.32	Kipas angin ( <i>Fan</i> ).....	52
Gambar 2.33	Jendela <i>Arduino IDE</i> versi 1.0.5.....	53
Gambar 2.34	Jendela <i>serial monitor</i> .....	57
Gambar 2.35	Sketch void setup.....	63
Gambar 2.36	Sketch void loop.....	64
Gambar 2.37	Sketch fungsi void mundur.....	65
Gambar 2.38	Sketch mendefinisi nama suatu pin.....	65
Gambar 2.39	Sketch memasukkan library motor servo.....	66
Gambar 2.40	Sketch menampilkan dalam jendela serial monitor.....	67
Gambar 2.41	Sketch deklarasi suatu pin.....	67
Gambar 2.42	Sketch memberi nilai pada suatu pin digital output.....	68
Gambar 2.43	Sketch mengambil nilai suatu pin digital input.....	69
Gambar 2.44	Sketch memberi variabel pada suatu pin analog ouput.....	70

Gambar 2.45	Sketch mengambil variabel suatu pin <i>analog input</i> .....	71
Gambar 2.46	Sketch memberi waktu <i>delay</i> .....	71
Gambar 2.47	Sketch mencari nilai terbesar (max).....	72
Gambar 2.48	Sketch kontrol struktur <i>if..else</i> .....	73
Gambar 2.49	Sketch komentar satu baris.....	74
Gambar 2.50	Sketch komentar multi baris.....	75
Gambar 3.1	Blok diagram robot pemadam api .....	76
Gambar 3.2	Komponen-komponen robot (tampak atas).....	77
Gambar 3.3	Sensor tabrak kiri dan kanan .....	79
Gambar 3.4	Area cakupan sensor tabrak.....	79
Gambar 3.5	Dimensi sensor tabrak (mm).....	80
Gambar 3.6	Konstruksi letak sensor di sudut kiri dan kanan depan .....	80
Gambar 3.7	Sudut jangkauan lacak <i>flame sensor</i> $\pm 60^\circ$ .....	81
Gambar 3.8	Sudut jangkauan lacak dengan motor <i>servo</i> .....	82
Gambar 3.9	Dimensi <i>flame sensor</i> (mm).....	82
Gambar 3.10	Dimensi servo motor (mm).....	82
Gambar 3.11	Konstruksi letak <i>flame sensor</i> di lengan <i>servo</i> .....	83
Gambar 3.12	Sudut jangkauan hembusan motor kipas angin.....	84
Gambar 3.13	Konstruksi letak kipas angin.....	84
Gambar 3.14	Konstruksi roda penggerak robot.....	85
Gambar 3.15	Konstruksi motor penggerak.....	86
Gambar 3.16	Konstruksi badan robot dari DFRobot.....	87
Gambar 3.17	Sensor tabrak kiri dan kanan pada robot.....	89
Gambar 3.18	Warna kabel terminal pin-pin sensor tabrak.....	90

Gambar 3.19	Pengawatan sensor tabrak dengan Arduino.....	91
Gambar 3.20	Koneksi kabel sensor tabrak pada <i>breadboard</i> mini.....	91
Gambar 3.21	Sensor api pada robot .....	92
Gambar 3.22	Sudut jangkauan lacak <i>flame sensor</i> $\pm 60^\circ$ .....	93
Gambar 3.23	Hubungan sensitif dengan panjang gelombang <i>infrared</i> .....	94
Gambar 3.24	Hubungan kecerahan dengan jarak.....	95
Gambar 3.25	Pengawatan <i>flame sensor</i> .....	95
Gambar 3.26	Warna kabel terminal pin-pin <i>flame sensor</i> .....	96
Gambar 3.27	Koneksi kabel <i>flame sensor</i> dengan <i>breadboard</i> mini.....	97
Gambar 3.28	Sudut jangkauan lacak dengan motor <i>servo</i> .....	98
Gambar 3.29	Warna kabel terminal pin-pin <i>servo motor</i> .....	99
Gambar 3.30	Koneksi kabel sinyal PWM motor <i>servo</i> .....	100
Gambar 3.31	Konstruksi letak <i>servo motor</i> di sisi depan kerangka robot .....	100
Gambar 3.32	Kipas angin motor DC.....	101
Gambar 3.33	Pengawatan Kipas angin motor DC.....	102
Gambar 3.34	Koneksi kabel sinyal motor kipas angin.....	102
Gambar 3.35	Pengawatan penggerak motor DC dan <i>shield motor</i> .....	103
Gambar 3.36	Sirkuit logika perangkat keras.....	105
Gambar 3.37	Implementasi program logika perangkat lunak.....	105
Gambar 3.38	Program <i>Sketch Arduino</i> .....	106
Gambar 3.39	Diagram alir ( <i>flowchart</i> ) fungsi tabrak.....	107
Gambar 3.40	Penulisan program ( <i>sketch</i> ) arduino.....	108
Gambar 3.41	Kotak baterai 6xAA untuk <i>Arduino board</i> .....	109
Gambar 3.42	Papan hubung serbaguna ( <i>bread board</i> ).....	110

Gambar 3.43	Pengawatan distribusi <i>power supply</i> DC.....	110
Gambar 3.44	Bagan alir motor kanan putar maju selama 5 detik.....	114
Gambar 3.45	Sketch mendefinisi pin nomer 4 dan 5.....	114
Gambar 3.46	Sketch deklarasi pin 4 dan 5 sebagai output.....	115
Gambar 3.47	Sketch program kendali maju motor kanan.....	115
Gambar 3.48	Sketch program kendali mundur motor kanan.....	116
Gambar 3.49	Sketch fungsi void maju dan mundur motor kanan.....	117
Gambar 3.50	Sketch void loop maju dan mundur motor kanan .....	117
Gambar 3.51	Bagan alir fungsi maju dan mundur motor kanan.....	118
Gambar 3.52	Sketch program void motor kanan.....	119
Gambar 3.53	Sketch void loop kendali arah motor kanan.....	119
Gambar 3.54	Sketch kendali arah motor kanan (abu-abu) dan motor kiri (teks hitam).....	121
Gambar 3.55	Sketch fungsi arah kedua motor dengan gerakan robot.....	123
Gambar 3.56	Sketch fungsi kecepatan kedua motor dengan gerakan robot ....	125
Gambar 3.57	Bagan alir proses melacak arah api.....	126
Gambar 3.58	Sketch deklarasi <i>servo</i> motor dan sensor api.....	127
Gambar 3.59	Langkah memasukkan library <i>servo</i> motor.....	128
Gambar 3.60	Sketch kendali <i>servo</i> motor.....	129
Gambar 3.61	Sketch deklarasi register nilai sensor api setiap sudut arah .....	130
Gambar 3.62	Sketch void lacak api arah sudut 0° dan 180°.....	131
Gambar 3.63	Bagan alir sistem tabrak dengan fungsi interrupt IRQ.....	132
Gambar 3.64	Sketch deklarasi pin sensor tabrak (teks hitam).....	133
Gambar 3.65	Sketch void tabrak kanan dan kiri.....	135



Gambar 3.66	Bagan alir sistem mendekati api.....	136
Gambar 3.67	Sketch void menghampiri api.....	137
Gambar 3.68	Bagan alir sistem memadamkan api.....	138
Gambar 3.69	Sketch deklarasi pin motor kipas angin (teks hitam).....	139
Gambar 3.70	Sketch void kipas untuk memadamkan api.....	140
Gambar 3.71	Bentuk ruangan sederhana dengan penghalang regional tertutup dan terbuka .....	141
Gambar 3.72	Bagan alir program utama (loop) .....	143
Gambar 3.73	Sketch program utama (loop).....	145
Gambar 4.1	Multimeter digital SANWA CD800a.....	146
Gambar 4.2	Device manager memilih COM3 untuk port serial arduino .....	148
Gambar 4.3	Sistem hardware windows nomer port COM yang dipilih .....	149
Gambar 4.4	Sketch program robot tahap pertama untuk diupload .....	153
Gambar 4.5	Jendela <i>tool program</i> (IDE) saat proses <i>upload</i> .....	154
Gambar 4.6	Sketch untuk pengujian terminal <i>input</i> lsR dan <i>output</i> .....	155
Gambar 4.7	Sketch untuk pengujian terminal <i>input</i> lsL dan <i>output</i> .....	155
Gambar 4.8	Sketch untuk pengujian terminal PWM <i>servo</i> .....	156
Gambar 4.9	Sketch menampilkan nilai baca sensor api.....	157
Gambar 4.10	Jendela IDE Arduino dengan fasilitas serial monitor .....	158
Gambar 4.11	Jendela serial monitor saat baca api dekat dan jauh.....	158
Gambar 4.12	Sketch untuk pengujian kendali tabrak robot.....	163
Gambar 4.13	Pergerakan robot setelah menabrak penghalang sisi kanan .....	164
Gambar 4.14	Pergerakan robot setelah menabrak penghalang sisi kiri .....	164
Gambar 4.15	Sketch untuk pengujian kendali lacak api robot.....	167

Gambar 4.16	Pergerakan robot setelah melacak keberadaan api.....	168
Gambar 4.17	Sketch mengarah pada sumber api .....	169
Gambar 4.18	Sketch fungsi MAJU yang diaktifkan .....	170
Gambar 4.19	Gerakan robot melacak dan mendekati api .....	171
Gambar 4.20	Sketch untuk pengujian kendali lacak api yang lengkap .....	173
Gambar 4.21	Robot bergerak maju dan berhenti tepat di depan api.....	175
Gambar 4.22	Sketch untuk pengujian kendali kipas api robot.....	178
Gambar 4.23	Robot berhenti dan kipas angin menyala tepat di depan api .....	179
Gambar 4.24	Robot pemadam api beraksi .....	180
Gambar 4.25	Konstruksi mekanik kaki-kaki roda robot .....	182
Gambar 4.26	Konstruksi sensor api, servo motor pada kerangka robot.....	183
Gambar 4.27	Konstruksi letak kipas angin tampak samping.....	184
Gambar 4.28	Konstruksi letak kipas angin tampak atas .....	184
Gambar 4.29	Penghalang diluar sudut cakup sensor tabrak .....	187
Gambar 4.30	Pengujian robot dengan pembacaan saat api kecil.....	189
Gambar 4.31	Pengujian robot dengan pembacaan saat api besar.....	190
Gambar 4.32	Pembacaan saat api segaris dengan sensor api.....	191
Gambar 4.33	Pembacaan saat api tidak segaris dengan sensor api.....	191