

REALISASI MODEL SEDERHANA KENDARAAN HOVERCRAFT BERBASIS AVR

Disusun Oleh :

Nama : Erwin Surianto

Nrp : 0522060

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,
Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri, M.P.H. no.65, Bandung, Indonesia.

Email : rwind14_smith@yahoo.com

ABSTRAK

Dewasa ini manusia membutuhkan sebuah alat transportasi yang mampu bergerak di darat dan air serta memiliki daya tampung besar dan kecepatan yang cukup tinggi. Jenis kendaraan ini diberi nama *hovercraft*. Pada prinsipnya, kendaraan yang digerakkan oleh tenaga angin ini bergerak dengan menghindari gaya gesek yang terjadi antara permukaan medan dan kendaraan. Pada realisasinya, yang dibuat hanya model kendaraan *hovercraft* saja. Sehingga konsep aerodinamis dapat diabaikan.

Model kendaraan *hovercraft* dibuat dengan menggunakan bahan pelat aluminium untuk membentuk badan *hovercraft* serta menggunakan karet selang dengan tambahan pipa *styrofoam* sebagai bantalan udaranya. Prinsip kerja model kendaraan *hovercraft* ini menggunakan motor servo sebagai pengatur arah navigasi dan motor DC sebagai penggerak baling-baling yang menghasilkan angin agar *hovercraft* dapat bergerak. Model kendaraan *hovercraft* juga dilengkapi dengan sensor kompas dan *bluetooth*. Model kendaraan *hovercraft* dikontrol dengan pengontrol mikro ATmega16. Dari percobaan diperoleh kesimpulan bahwa percobaan pada medan daratan memberikan hasil lebih akurat daripada medan air. Apabila diberi gangguan dari luar, jenis gerakan *close loop* memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan *open loop*. Pada permukaan daratan, persentase kesalahan terbesar untuk gerak lurus *open loop* sebesar 0.972 %, untuk gerak lurus *close loop* sebesar 2.108 %, untuk gerak melingkar *open loop* sebesar 4.597 %, untuk gerak melingkar *close loop* sebesar 0.625 %. Pada permukaan air, persentase kesalahan terbesar untuk gerak lurus *open loop* sebesar 7.24 %, untuk gerak lurus *close loop* sebesar 4.66 %, untuk gerak melingkar *open loop* sebesar 3.147 %, untuk gerak melingkar *close loop* sebesar 1.569 %.

Kata Kunci : Model Kendaraan *Hovercraft*, Medan Air dan Darat, Motor Servo, Motor DC, Pengontrol Mikro ATmega16, Sensor Kompas, *Bluetooth*.

REALIZATION OF THE SIMPLIFIED HOVERCRAFT VEHICLE MODEL BASED ON AVR

Composed by :

Name : Erwin Surianto

Nrp : 0522060

Electrical Engineering, Maranatha Christian University,
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.

Email : rwind14_smith@yahoo.com

ABSTRACT

Presently, men need a transportation that can move either on land and water with huge capacity and high speed. This vehicle named hovercraft. The principle is this vehicle, which uses wind power, moves while avoiding the scrape force between the field surface and the vehicle. In the realization, it is only a model so that the aerodynamic concept can be avoided.

The model of hovercraft was made of aluminium plate for the body and the combination of rubber and styrofoam pipe as the air bolster. In this model, the servo motor served as the navigator, the DC motor revolves the propeller which produces the wind power to move hovercraft and ATmega16 as the controller. This hovercraft model is also equipped with compass sensor and bluetooth. From the experiment, the result on the land surface is more accurate than on the water surface. If it get some external disturbances, the close loop movement gives the better result than the open loop movement. On the land surface, the biggest error percentage for the open loop straight movement is 0.972 %, for the close loop straight movement is 2.108 %, for the open loop twisting movement is 4.597 %, for the close loop twisting movement is 0.625 %. On the water surface, the biggest error percentage for the open loop straight movement is 7.24 %, for the close loop straight movement is 4.66 %, for the open loop twisting movement is 3.147 %, for the close loop twisting movement is 1.569 %.

Keyword : Hovercraft model, land and water field, servo motor, DC motor, micro-controller ATmega16, compass sensor, bluetooth.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR PERSAMAAN	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	2
I.3 Perumusan Masalah	2
I.4 Tujuan	2
I.5 Pembatasan Masalah	2
I.6 Spesifikasi Masalah	2
I.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1 Kendaraan <i>Hovercraft</i>	5
II.2 Gaya Fisika	8
II.2.1 Konsep Gaya Apung	8
II.2.2 Konsep Gaya Dorong.....	11
II.3 Pengontrol Mikro ATmega16	13
II.3.1 Konfigurasi Pin ATmega16	13
II.3.2 Fitur ATmega16	15
II.3.3 Blok Diagram ATmega16.....	17

II.3.4	<i>General Purpose Register ATmega16</i>	18
II.3.5	Peta Memori ATmega16.....	18
II.3.6	<i>Pulse Width Modulation (PWM) ATmega16</i>	20
II.4	Sensor Kompas	23
II.4.1	Pembacaan Keluaran Sensor Kompas dengan I2C	25
II.4.2	Pembacaan Keluaran Sensor Kompas dengan PWM	27
II.5	Motor	28
II.5.1	Motor Servo	28
II.5.2	Motor DC	31
II.6	Sistem Kontrol	32
II.7	Teknologi <i>Bluetooth</i>	33
III.7.1	Latar Belakang <i>Bluetooth</i>	34
III.7.2	Aplikasi dan Layanan <i>Bluetooth</i>	35
III.7.3	Deskripsi Umum Sistem <i>Bluetooth</i>	37
III.7.4	Karakteristik Radio	38
III.7.5	Pita Frekuensi dan Kanal RF	39
III.7.6	<i>Time Slot</i>	39
III.7.7	Protokol <i>Bluetooth</i>	40
III.7.8	Fungsi <i>Security</i>	41
III.7.9	<i>Bluetooth</i> dalam Keperluan Komputer	42
III.7.10	<i>Embeddedblue Transceiver Appmod (eb500)</i>	43
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		
III.1	Perancangan Sistem Model Kendaraan <i>Hovercraft</i>	46
III.2	Perancangan dan Realisasi Model Kendaraan <i>Hovercraft</i>	47
III.3	Perancangan dan Realisasi Rangkaian Pengontrol Mikro.....	53
III.3.1	Sensor Kompas.....	53
III.3.2	Pengontrol Mikro	54
III.3.2.1	Skematik Pengontrol Mikro ATmega16	55
III.3.2.2	<i>Pulse Width Modulation (PWM) ATmega16</i>	57
III.4	Algoritma Pemrograman Model Kendaraan <i>Hovercraft</i>	59

III.4.1 Gerak Lurus ke Arah Utara <i>Open Loop</i>	60
III.4.2 Gerak Lurus ke Arah Utara <i>Close Loop</i>	61
III.4.3 Gerak Lurus ke Arah Timur <i>Open Loop</i>	62
III.4.4 Gerak Lurus ke Arah Timur <i>Close Loop</i>	63
III.4.5 Gerak Lurus ke Arah Selatan <i>Open Loop</i>	64
III.4.6 Gerak Lurus ke Arah Selatan <i>Close Loop</i>	65
III.4.7 Gerak Lurus ke Arah Barat <i>Open Loop</i>	66
III.4.8 Gerak Lurus ke Arah Barat <i>Close Loop</i>	67
III.4.9 Gerak Melingkar Kecil <i>Open Loop</i>	68
III.4.10 Gerak Melingkar Kecil <i>Close Loop</i>	69
III.4.11 Gerak Melingkar Besar <i>Open Loop</i>	70
III.4.12 Gerak Melingkar Besar <i>Close Loop</i>	71

BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISA

IV.1 Sensor Kompas	73
IV.1.1 Pengamatan pada Medan Permukaan Daratan	73
IV.1.1.1 Gerakan Lurus ke Arah Utara <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i> ..	73
IV.1.1.2 Gerakan Lurus ke Arah Timur <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i> .	76
IV.1.1.3 Gerakan Lurus ke Arah Selatan <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i>	79
IV.1.1.4 Gerakan Lurus ke Arah Barat <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i> ..	82
IV.1.1.5 Gerakan Melingkar Kecil <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i>	85
IV.1.1.6 Gerakan Melingkar Besar <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i>	88
IV.1.1.7 Pengujian Pola Gerak Model Kendaraan <i>Hovercraft</i>	91
IV.1.2 Pengamatan pada Medan Permukaan Air	95
IV.1.2.1 Gerakan Lurus ke Arah Utara <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i> ..	95
IV.1.2.2 Gerakan Lurus ke Arah Timur <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i>	98
IV.1.2.3 Gerakan Lurus ke Arah Selatan <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i>	101
IV.1.2.4 Gerakan Lurus ke Arah Barat <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i> ..	104
IV.1.2.5 Gerakan Melingkar Kecil <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i>	107
IV.1.2.6 Gerakan Melingkar Besar <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i>	110

IV.2 Perbandingan Hasil Data Pengamatan dengan Sensor Kompas	114
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	118
V.2 Saran	120
DAFTAR PUSTAKA.....	121
LAMPIRAN A FOTO MODEL KENDARAAN <i>HOVERCRAFT</i>	
LAMPIRAN B PROGRAM PADA PENGONTROL MIKRO ATMEGA16	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Fungsi – fungsi pada port B	14
Tabel 2.2 Fungsi – fungsi pada port C	15
Tabel 2.3 Fungsi – fungsi pada port D	15
Tabel 2.4 Register yang diakses untuk pembacaan dengan I2C	27
Tabel 2.5 Sejarah perkembangan teknologi <i>bluetooth</i>	35
Tabel 2.6 Karakteristik radio <i>bluetooth</i> sesuai dengan dokumen <i>Bluetooth SIG</i>	38
Tabel 2.7 Batas frekuensi serta kanal RF yang digunakan oleh beberapa negara.....	39
Tabel 2.8 Protokol-protokol dan layer-layer di <i>stack protokol</i> <i>bluetooth</i>	41
Tabel 2.9 Dimensi ukuran eb500 dalam satuan inchi	44
Tabel 2.10 Konfigurasi pin eb500	44
Tabel 3.1 Tabel hubungan antara arah gerak <i>hovercraft</i> , lebar pulsa <i>on</i> , dan nilai OCR1	59
Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah utara secara <i>open</i> <i>loop</i> di permukaan daratan	74
Tabel 4.2 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah utara secara <i>close</i> <i>loop</i> di permukaan daratan	75
Tabel 4.3 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah timur secara <i>open</i> <i>loop</i> di permukaan daratan	77
Tabel 4.4 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah timur secara <i>close</i> <i>loop</i> di permukaan daratan	78
Tabel 4.5 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah selatan secara <i>open</i> <i>loop</i> di permukaan daratan	80
Tabel 4.6 Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah selatan secara <i>close</i> <i>loop</i> di permukaan daratan	81

Tabel 4.7	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah barat secara <i>open loop</i> di permukaan daratan	83
Tabel 4.8	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah barat secara <i>close loop</i> di permukaan daratan	84
Tabel 4.9	Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut gerakan melingkar kecil secara <i>open loop</i> di permukaan daratan	86
Tabel 4.10	Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut serta penyimpangan kenaikan sudut pada saat gerakan melingkar kecil secara <i>close loop</i> di permukaan daratan	87
Tabel 4.11	Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut gerakan melingkar besar secara <i>open loop</i> di permukaan daratan	89
Tabel 4.12	Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut serta penyimpangan kenaikan sudut pada saat gerakan melingkar besar secara <i>close loop</i> di permukaan daratan	90
Tabel 4.13	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah utara secara <i>open loop</i> di permukaan air	96
Tabel 4.14	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah utara secara <i>close loop</i> di permukaan air	97
Tabel 4.15	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah timur secara <i>open loop</i> di permukaan air	99
Tabel 4.16	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah timur secara <i>close loop</i> di permukaan air	100
Tabel 4.17	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah selatan secara <i>open loop</i> di permukaan air	102
Tabel 4.18	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah selatan secara <i>close loop</i> di permukaan air	103
Tabel 4.19	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah barat secara <i>open loop</i> di permukaan air	105
Tabel 4.20	Tabel hasil pengukuran gerakan ke arah barat secara <i>close loop</i> di permukaan air	106
Tabel 4.21	Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut gerakan melingkar	

kecil secara <i>open loop</i> di permukaan air	108
Tabel 4.22 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut serta penyimpangan kenaikan sudut pada saat gerakan melingkar kecil secara <i>close loop</i> di permukaan air	109
Tabel 4.23 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut gerakan melingkar besar secara <i>open loop</i> di permukaan air	111
Tabel 4.24 Tabel hasil pengukuran kenaikan sudut serta penyimpangan kenaikan sudut pada saat gerakan melingkar besar secara <i>close loop</i> di permukaan air	112
Tabel 4.25 Tabel hasil perbandingan data pengamatan gerakan lurus di darat dan air	114
Tabel 4.26 Tabel hasil perbandingan data pengamatan gerakan melingkar di darat dan air	116

DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan 2.1	9
Persamaan 2.2	10
Persamaan 2.3	10
Persamaan 2.4	10
Persamaan 2.5	11
Persamaan 2.6	11
Persamaan 2.7	11
Persamaan 2.8	11
Persamaan 2.9	11
Persamaan 2.10	11
Persamaan 2.11	11
Persamaan 2.12	21
Persamaan 2.13	22
Persamaan 2.14	32
Persamaan 3.1	57
Persamaan 3.2	58
Persamaan 3.3	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kendaraan <i>hovercraft</i>	5
Gambar 2.2 Prinsip kerja <i>air flow</i> pada <i>hovercraft</i>	7
Gambar 2.3 Gaya-gaya yang bekerja pada benda yang terendam dalam air	10
Gambar 2.4 Gaya total yang bekerja	12
Gambar 2.5 Gambar tampak atas pengaruh gaya dorong terhadap arah gerak	12
Gambar 2.6 Konfigurasi pin ATmega16	13
Gambar 2.7 Blok diagram ATmega16	17
Gambar 2.8 <i>General Purpose Working Register</i> ATmega16	18
Gambar 2.9 Peta memori program pada ATmega16	19
Gambar 2.10 Peta memori data pada ATmega16	20
Gambar 2.11 Diagram <i>Fast PWM</i> dengan <i>counter/timer</i> 8 bit	21
Gambar 2.12 Diagram <i>Fast PWM</i> dengan <i>counter/timer</i> 16 bit	22
Gambar 2.13 Penomoran pin pada sensor kompas	23
Gambar 2.14 Koneksi yang digunakan pada sensor kompas	24
Gambar 2.15 Rangkaian <i>tactile switch</i> untuk kalibrasi sensor kompas	24
Gambar 2.16 Kontroler komunikasi menggunakan protokol I2C	26
Gambar 2.17 Sinyal pembacaan keluaran sensor kompas dengan PWM .	27
Gambar 2.18 Diagram pengkabelan motor servo	29
Gambar 2.19 Teknik PWM untuk mengatur sudut motor servo	30
Gambar 2.20 Rangkaian Motor Servo dengan Kontrol Kecepatan	30
Gambar 2.21 Prinsip Kerja Motor DC	32
Gambar 2.22 Blok diagram sistem kontrol lup terbuka	33
Gambar 2.23 Blok diagram sistem kontrol lup tertutup	33
Gambar 2.24 Blok fungsional sistem <i>bluetooth</i>	37
Gambar 2.25 Layer-layer pada sistem <i>bluetooth</i>	40

Gambar 2.26 Contoh modul aplikasi beberapa <i>bluetooth</i>	42
Gambar 2.27 <i>Bluetooth dongle</i>	43
Gambar 2.28 <i>Internal notebook bluetooth card</i>	43
Gambar 2.29 Sketsa blok eb500	44
Gambar 3.1 Blok diagram model kendaraan <i>hovercraft</i>	46
Gambar 3.2 Sketsa perspektif model kendaraan <i>hovercraft</i>	48
Gambar 3.3 Sketsa tampak atas model kendaraan <i>hovercraft</i>	49
Gambar 3.4 Sketsa tampak bawah model kendaraan <i>hovercraft</i>	49
Gambar 3.5 Sketsa tampak depan model kendaraan <i>hovercraft</i>	50
Gambar 3.6 Sketsa tampak belakang model kendaraan <i>hovercraft</i>	50
Gambar 3.7 Sketsa tampak samping model kendaraan <i>hovercraft</i>	51
Gambar 3.8 Posisi sudut minimum dan maksimum motor servo	52
Gambar 3.9 Pengalokasian pin-pin pada sensor kompas CMPS03	53
Gambar 3.10 Diagram alir penggunaan sensor kompas CMPS03	54
Gambar 3.11 Skematik pengontrol mikro ATmega16	56
Gambar 3.12 Diagram alir sistem secara keseluruhan	60
Gambar 3.13 Diagram alir untuk gerak lurus ke arah utara secara <i>open loop</i>	61
Gambar 3.14 Diagram alir untuk gerak lurus ke arah utara secara <i>close loop</i>	62
Gambar 3.15 Diagram alir untuk gerak lurus ke arah timur secara <i>open loop</i>	63
Gambar 3.16 Diagram alir untuk gerak lurus ke arah timur secara <i>close loop</i>	64
Gambar 3.17 Diagram alir untuk gerak lurus ke arah selatan secara <i>open loop</i>	65
Gambar 3.18 Diagram alir untuk gerak lurus ke arah selatan secara <i>close loop</i>	66
Gambar 3.19 Diagram alir untuk gerak lurus ke arah barat secara <i>open loop</i>	67
Gambar 3.20 Diagram alir untuk gerak lurus ke arah barat secara	

	<i>close loop</i>	68
Gambar 3.21	Diagram alir untuk gerak melingkar kecil secara <i>open loop</i>	69
Gambar 3.22	Diagram alir untuk gerak melingkar kecil secara <i>close loop</i>	70
Gambar 3.23	Diagram alir untuk gerak melingkar besar secara <i>open loop</i>	71
Gambar 3.24	Diagram alir untuk gerak melingkar besar secara <i>close loop</i>	72
Gambar 4.1	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah utara <i>open loop</i> di darat	75
Gambar 4.2	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah utara <i>close loop</i> di darat	76
Gambar 4.3	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah timur <i>open loop</i> di darat	78
Gambar 4.4	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah timur <i>close loop</i> di darat	79
Gambar 4.5	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah selatan <i>open loop</i> di darat	81
Gambar 4.6	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah selatan <i>close loop</i> di darat	82
Gambar 4.7	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah barat <i>open loop</i> di darat	84
Gambar 4.8	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah barat <i>close loop</i> di darat	85
Gambar 4.9	Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 90^0 pada gerak melingkar kecil <i>open loop</i> di darat	87
Gambar 4.10	Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 90^0 pada gerak melingkar kecil <i>close loop</i> di darat	88

Gambar 4.11	Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 36^0 pada gerak melingkar besar <i>open loop</i> di darat	90
Gambar 4.12	Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 36^0 pada gerak melingkar besar <i>close loop</i> di darat	91
Gambar 4.13	Pola gerak lurus secara <i>open loop</i>	92
Gambar 4.14	Pola gerak lurus secara <i>close loop</i>	92
Gambar 4.15	Pola gerak melingkar kecil secara <i>open loop</i>	93
Gambar 4.16	Pola gerak melingkar kecil secara <i>close loop</i>	93
Gambar 4.17	Pola gerak melingkar besar secara <i>open loop</i>	94
Gambar 4.18	Pola gerak melingkar besar secara <i>close loop</i>	94
Gambar 4.19	Model kendaraan <i>hovercraft</i> ketika mengapung di atas permukaan air	95
Gambar 4.20	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah utara <i>open loop</i> di air	97
Gambar 4.21	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah utara <i>close loop</i> di air	98
Gambar 4.22	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah timur <i>open loop</i> di air	100
Gambar 4.23	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah timur <i>close loop</i> di air	101
Gambar 4.24	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah selatan <i>open loop</i> di air	103
Gambar 4.25	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah selatan <i>close loop</i> di air	104
Gambar 4.26	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah barat <i>open loop</i> di air	106
Gambar 4.27	Kurva perbandingan waktu dan sudut terbaik pada gerak lurus ke arah barat <i>close loop</i> di air	107
Gambar 4.28	Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang	

	paling mendekati 90^0 pada gerak melingkar kecil <i>open loop</i> di air	109
Gambar 4.29	Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 90^0 pada gerak melingkar kecil <i>close loop</i> di air	110
Gambar 4.30	Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 36^0 pada gerak melingkar besar <i>open loop</i> di air	112
Gambar 4.31	Kurva perbandingan waktu dan kenaikan sudut yang paling mendekati 36^0 pada gerak melingkar besar <i>close loop</i> di air	113