

Perancangan dan Realisasi Robot Autonomus Underwater Berbasis Raspberry Pi

Disusun Oleh:

Nama : Junaidi Sucipto

NRP : 1122051

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung, Indonesia

Email : Junaidi_liu@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan sebuah negara maritim yang kaya akan sumber daya alamnya dan sebagian besar terdapat di bawah air. Eksplorasi di bawah air menjadi hal penting dan akan lebih tepat jika yang melakukannya adalah robot. Robot *underwater* dalam pengembangannya masih memerlukan ide-ide baru sehingga banyak diadakan kompetisi untuk menciptakan ide-ide tersebut. Singapore Robotic Games merupakan salah satunya yang mengadakan kompetisi robot *underwater*. Pada kompetisi ini terdapat kategori RC (*remote control*) dan *autonomous* dalam pengoperasiannya.

Pada Tugas Akhir ini akan diimplementasikan Raspberry Pi 2 pada robot *autonomous underwater* untuk mengikuti garis. Robot menggunakan Raspberry Pi 2 untuk pemrosesan citra dengan memanfaatkan *library* OpenCV seperti *Gaussian blur*, *threshold*, dan *moment*. Robot juga menggunakan Arduino Uno sebagai pembantu dalam pengontrolan pergerakan robot. Pada robot ini terdapat sensor-sensor seperti sensor penglihatan menggunakan kamera, sensor orientasi IMU, dan sensor tekanan MPXV5004.

Implementasi Raspberry Pi pada robot autonomus *underwater* telah berhasil direalisasikan. Robot memiliki kemampuan dalam membedakan garis, kargo, arena basket dan dapat mengatur kedalaman menyelamnya. Robot tidak dapat memindahkan barang dari kargo ke dalam arena basket karena medan magnet yang ditimbulkan selenoid pengambil barang mengganggu kerja dari sensor IMU yang ada pada robot.

Kata Kunci : Robot *Underwater*, Raspberry Pi 2, OpenCV, Singapore Robotic Games, Arduino Uno, sensor IMU, sensor MPXV5004

Design and Realization Raspberry Pi Based Autonomous Underwater Robot

Composed By:

Name : Junaidi Sucipto

NRP : 1122051

Electrical Engineering, Maranatha Christian University,

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia

Email : Junaidi_liu@yahoo.com

ABSTRACT

Indonesia is a maritime country which is rich of natural resources and most of them are underwater. Underwater exploration becomes important and would be appropriate if is done by robot. Underwater robot requires new ideas in the development which many competitions are organized to create the ideas. Singapore Robotic Games is one of them that organized the competition of underwater robot. In this competition, it consists of autonomous and RC vehicle categories.

This final project is to implement Raspberry Pi 2 on autonomous underwater robot to follow the line. The robot uses Raspberry Pi 2 for image processing by using OpenCV library like Gaussian Blur, Threshold, and Moments. The robot also uses Arduino Uno as an aide in controlling the robot movement. At this robot, it consists of sensors like vision sensor using camera, IMU orientation sensor, and MPXV5004 pressure sensor.

The experiment result shows that the implementation of raspberry pi in an autonomous underwater robot has been successfully realized. Robot has the ability in differentiate the line, cargo, basket area and can set the depth of diving. The robot cannot deliver the goods from cargo into the basket area because the magnetic field generated from solenoid of good takers interferes with the IMU sensor of the robot.

Keyword : Underwater Robot, Raspberry Pi 2, OpenCV, Singapore Robotic Games, Arduino Uno, IMU, MPXV5004

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

KATA PENGANTAR

ABSTRAK i

ABSTRACT ii

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan 2

1.4 Batasan Masalah 2

1.5 Spesifikasi Alat yang Digunakan 3

1.6 Sistematika Penulisan 3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 *Underwater Robot* 4

2.1.1 ROV 4

2.1.2 AUV 5

2.2 OpenCV 6

2.2.1 *Gaussian Blur* 6

2.2.2 *Thresholding* 8

2.2.3 <i>Moment</i>	12
2.3 Sensor	13
2.3.1 Sensor Tekanan MPXV5004G6U	13
2.3.2 Sensor IMU Pololu MinIMU-9 v2	14
2.4 Raspberry Pi 2	15
2.5 Modul Kamera Raspberry Pi	18
2.6 Arduino Uno	20
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	
3.1 Perancangan dan Realisasi Robot <i>Underwater</i>	22
3.1.1 Elektronika Robot	22
3.1.2 Sistem Kontrol Robot	26
3.1.3 Mekanika Robot	27
3.2 Perancangan dan Realisasi Pengolahan Citra	28
3.3 Perancangan Algoritma Robot <i>Underwater</i>	33
3.3.1 Algoritma <i>Master</i>	35
3.3.2 Algoritma <i>Slave</i>	42
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	
4.1 Data Pengamatan Sensor-sensor	47
4.1.1 Sensor Tekanan MPXV5004G6U	47
4.1.2 Sensor IMU MinIMU-9	48
4.2 Pengujian Deteksi Objek Menggunakan Kamera	50
4.3 Pengujian Kontrol Robot <i>Underwater</i>	54
4.3.1 Pengujian Pengaruh Parameter Kontrol <i>On-Off Hysteresis</i>	54
4.3.2 Pengujian Kontrol Kecepatan Robot	57
4.3.3 Pengujian Sistem Gerak Robot	61
4.3.4 Pengujian Kontrol Kedalaman Menyelam Robot	64
4.4 Pengujian Robot Menjalankan Misi Keseluruhan	66
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	68
5.2 Saran	69

DAFTAR PUSTAKA.....x

LAMPIRAN A PROGRAM *MASTER ROBOT UNDERWATER*

LAMPIRAN B PROGRAM *SLAVE ROBOT UNDERWATER*



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	ROV KAIKO JAMSTEC	5
Gambar 2.2	Contoh Gambar Asli dan Hasil <i>Gaussian Blur</i>	6
Gambar 2.3	Keluaran <i>Gaussian Filter</i> 1 Dimensi	7
Gambar 2.4	Keluaran <i>Gaussian Filter</i> 2 Dimensi	8
Gambar 2.5	Contoh Gambar Asli dan Hasil Thresholding	9
Gambar 2.6	Tipe <i>Thresholding Binary</i>	9
Gambar 2.7	Tipe <i>Thresholding Binary (inverted)</i>	10
Gambar 2.8	Tipe <i>Truncate</i>	10
Gambar 2.9	Tipe <i>Threshold to Zero</i>	11
Gambar 2.10	Tipe <i>Threshold to Zero (inverted)</i>	11
Gambar 2.11	Rangkaian Rekomendasi Pengaplikasian Sensor	13
Gambar 2.12	Konfigurasi Pin MPXV5004G6U	14
Gambar 2.13	Keluaran Pin Pololu MinIMU-9 v2	14
Gambar 2.14	AHRS dengan Pololu MinIMU-9 v2	15
Gambar 2.15	Raspberry Pi B+	16
Gambar 2.16	Konfigurasi Pin I/O Raspberry Pi B+	16
Gambar 2.17	Tampilan Program Win32DiskImager	17
Gambar 2.18	Modul Kamera Raspberry Pi	18
Gambar 2.19	Arduino/Genuino Uno	20
Gambar 2.20	Pin Mapping Arduino/Genuino Uno	22
Gambar 3.1	Diagram Blok Elektronika Robot	22
Gambar 3.2	Konfigurasi Elektronika Robot	23
Gambar 3.3	Skematik Motor Driver L298P	24
Gambar 3.4	Skematik Sistem Minimum ATmega328P	24
Gambar 3.5	<i>Board</i> Motor Driver	25
Gambar 3.6	Diagram Blok Sistem Kontrol <i>Master</i> pada Robot	27
Gambar 3.7	Diagram Blok Sistem Kontrol <i>Slave</i> pada Robot	27
Gambar 3.8	Tampak Atas dan Tampak Bawah Robot	28

Gambar 3.9	Tampak Belakang dan Tampak Samping Robot	28
Gambar 3.10	Diagram Blok Sistem Pemrosesan Citra	29
Gambar 3.11	Frame Keluaran Kamera	29
Gambar 3.12	Frame Ukuran 640x100	30
Gambar 3.13	Hasil <i>Threshold</i> Garis	30
Gambar 3.14	Hasil Keluaran Fungsi <i>Moments</i>	31
Gambar 3.15	Frame 640x480 Kamera	32
Gambar 3.16	Frame Gambar Depan dan Belakang Objek Garis	32
Gambar 3.17	Frame Gambar Depan dan Belakang Objek Kargo	33
Gambar 3.18	Frame Gambar Depan dan Belakang Objek <i>Finish</i>	33
Gambar 3.19	Arena Lomba Robot <i>Underwater</i> (satuan mm)	34
Gambar 3.20	Penempatan Arah Arena Pada Perancangan	35
Gambar 3.21	Diagram Alir Proses Utama Pada Master	36
Gambar 3.22	Diagram Alir Proses <i>Check Point</i>	38
Gambar 3.23	Diagram Alir Proses Ikuti Garis	39
Gambar 3.24	Diagram Alir Proses <i>Finish</i>	41
Gambar 3.25	Diagram Alir Proses Utama Pada <i>Slave</i>	43
Gambar 3.26	Diagram Alir Proses <i>Following</i>	45
Gambar 3.27	Diagram Alir Proses <i>Landing</i> dan <i>Drop Load</i>	46
Gambar 4.1	Grafik Keluaran Sensor Tekanan	45
Gambar 4.2	Respon Kontrol dengan Lebar Gap 20	51
Gambar 4.3	Respon Kontrol dengan Lebar Gap 40	52
Gambar 4.4	Respon Kontrol dengan Lebar Gap 60	53
Gambar 4.5	Respon Kontrol dengan Lebar Gap 80	53
Gambar 4.6	Respon Kontrol dengan Lebar Gap 100	54
Gambar 4.7	Respon Kontrol Robot dengan <i>Duty Cycle</i> 30%	55
Gambar 4.8	Respon Kontrol Robot dengan <i>Duty Cycle</i> 40%	55
Gambar 4.9	Respon Kontrol Robot dengan <i>Duty Cycle</i> 50%	56
Gambar 4.10	Respon Kontrol Robot dengan <i>Duty Cycle</i> 60%	56
Gambar 4.11	Respon Kontrol Robot dengan <i>Duty Cycle</i> 70%	57

Gambar 4.12	Respon Kontrol Robot dengan <i>Duty Cycle</i> 80%	57
Gambar 4.13	Grafik Pembacaan Koordinat Garis dengan Perintah Maju	58
Gambar 4.14	Grafik <i>Heading</i> Robot dengan Perintah Maju	59
Gambar 4.15	Grafik Pembacaan Koordinat Garis dengan Perintah Kanan	59
Gambar 4.16	Grafik <i>Heading</i> Robot dengan Perintah Kanan	60
Gambar 4.17	Grafik Pembacaan Koordinat Garis dengan Perintah Kiri	60
Gambar 4.18	Grafik <i>Heading</i> Robot dengan Perintah Kiri	61
Gambar 4.19	Respon Sistem Kontrol Kedalaman Menyelam Robot	62
Gambar 4.20	Respon Sistem Kontrol Kedalaman Menyelam Robot dengan Gangguan	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Teknikal Arduino Uno	21
Tabel 3.1 Tabel Hubungan Pada <i>Board</i> yang Dirancang	26
Tabel 4.1 Data Pengamatan Sensor Tekanan MPXV5004G6U	44
Tabel 4.2 Data Pengamatan Sensor IMU Tanpa Gangguan	46
Tabel 4.3 Data Pengamatan Sensor IMU dengan Gangguan	47
Tabel 4.4 Pengujian Pendeteksian Objek	48
Tabel 4.5 Keberhasilan Robot <i>Underwater</i>	63

