

APLIKASI LOCALIZATION & MAPPING MENGUNAKAN 2D LASER SCANNER PADA ROBOT RESCUE ALL-TERRAIN

Kevin Reinaldo Mulyono

1022003

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. Drg. Surya Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia

ABSTRAK

Indonesia adalah wilayah yang banyak terjadi gempa bumi, yang menelan banyak korban jiwa. Korban jiwa disebabkan oleh terjebak atau terhimpit reruntuhan atau struktur bangunan dan tidak segera ditemukan. Oleh karena itu diperlukan robot menelusuri reruntuhan gempa dan juga memetakan kondisi medan yang terkena gempa, sehingga dapat mempercepat proses pencarian korban yang terjebak di reruntuhan bangunan dan sekaligus tidak membahayakan keselamatan anggota tim SAR.

Dalam tugas akhir ini, robot ini didesain menggunakan kontroller FitPC (Intel atom Z530), sensor Hokuyo URG04-LX 2D *laser scanner*, robot *rescue all-terrain*, OS Ubuntu 12.04 dan ROS(*Robot Operating System*) Fuerte. Untuk melakukan *localization & mapping*, digunakan metoda Hector-slam. Proses pengolahan data dari sensor *laser scanner* akan dilakukan di Fit PC2i, sementara Arduino Uno digunakan sebagai antarmuka antara FitPC dengan motor driver. Berdasarkan parameter yang didapat dari sensor *laser scanner*, robot akan dapat bergerak secara *autonomous* tanpa menabrak rintangan dan secara bersamaan dapat melakukan pemetaan kondisi sekitar kemudian menampilkannya dalam bentuk 2 dimensi.

Dari hasil percobaan yang dilakukan didapat bahwa *localization & mapping* secara *autonomous* telah berhasil diimplementasikan dengan menggunakan Hokuyo URG04-LX 2D *laser scanner*, FitPC2i, Arduino Uno dan Robot Rescue All-Terrain.

Kata Kunci : ROS, FitPC2i, Hokuyo URG04-LX, Arduino Uno, Hector-SLAM

APPLICATION OF LOCALIZATION & MAPPING USING 2D LASER SCANNER ON ROBOT RESCUE ALL-TERRAIN

Kevin Reinaldo Mulyono

1022003

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. Drg. Surya Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia

ABSTRACT

Indonesia is a country that experiencing a lot of earthquake, which has take a lot of casualties. The difficulty in finding victims, makes a lot more casualties. Because of that problem, a robot is needed to search earthquake rubble and to map surrounding area in earthquake terrain, so it can shorten the time needed to search for victims while at once not jeopardizing the safety of SAR team.

In this project, robot was designed using FitPC controller (Intel atom Z530), hokuyo. Keywords: ROS, Beaglebone Black, Hokuyo URG04-LX 2D laser scanner sensor, all-terrain robot, Ubuntu operating system 12.04 and ROS(Robot Operating System) fuerte. To accomplish localization and mapping, Hector-SLAM method was used. Data computation process from the laser scanner is done in FitPC, while Arduino Uno is used as interface between Fit PC2i and motor driver. According to the parameter that received from laser scanner sensor, robot will move autonomously without bumping obstacle and simultaneously can do mapping surrounding area and show it in 2 dimentional shape.

From the test that has been done, it can be concluded that autonomous localization and mapping successfully implemented using Hokuyo URG-04LX 2D laser scanner, FitPC2i, Arduino Uno and Robot Rescue All-Terrain.

Keyword : ROS, FitPC2i, Hokuyo URG04-LX, Arduino Uno, Hector-SLAM

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Pembatasan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Kontroler Fit-PC2i.....	4
2.2 Arduino Uno	5
2.3 Sensor Hokuyo URG-04LX 2D Laser Scanner.....	6
2.4 ROS (Robot Operating System)	9
2.4.1 <i>Filesystem Level</i>	10
2.4.1.1 <i>Packages</i>	12
2.4.1.2 <i>Stacks</i>	14
2.4.1.3 <i>Message</i>	14
2.4.1.2 <i>Services</i>	15

2.4.2 <i>Computation Graph Level</i>	15
2.4.3 <i>Community Level</i>	16
2.5 Aplikasi dalam ROS	17
2.5.1 <i>Command</i> dalam ROS	17
2.5.2 Instalasi Driver Hokuyo URG-04LX	18
2.5.3 Instalasi Rosserial	19
2.6 SLAM (<i>Simultaneous Localization and Mapping</i>)	20
2.7 Hector_SLAM	23
2.7.1 <i>Pose Estimation</i>	24
2.7.2 <i>Elevation and Cost Mapping</i>	25
2.7.3 <i>Object of Interest</i>	25
2.7.4 <i>GeoTIFF Maps</i>	25
2.8 Adaptive Monte Carlo Localization (AMCL)	26
2.9 <i>Occupancy Grid Mapping</i>	27
2.10 Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	28
2.11 FatShark V2 FPV	29
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	
3.1 Perancangan Sistem Kontrol Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	31
3.2 Perancangan Posisi <i>Laser Scanner</i>	32
3.3 Realisasi Sistem Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	34
3.4 Diagram Alir Sistem	36
3.5 Realisasi Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	41
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	
4.1 Data Pengamatan dan Analisis Gerakan Robot	45
4.2 Data Pengamatan dan Analisis Perubahan Sudut Elevasi <i>Laser Scanner</i>	48

4.3 Area Percobaan <i>Localization & Mapping</i> Pada Area Bentuk Kotak	50
4.4 Data Pengamatan dan Analisis <i>Localization</i>	52
4.5 Data Pengamatan dan Analisis <i>Mapping</i>	57
4.6 Data Pengamatan dan Analisis <i>Localization & Mapping</i> Pada Lorong Lurus Secara Otomatis.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN <i>SOURCE CODE</i>	A-1
LAMPIRAN <i>SPESIFIKASI ALAT</i>	B-1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Fit PC2i.....	5
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno.....	6
Tabel 2.3 Spesifikasi Hokuyo URG-04LX 2D <i>Laser Scanner</i>	7
Tabel 2.4 Command dalam ROS	17
Tabel 4.1 Penyimpangan Robot Rescue All-Terrain Saat Bergerak Lurus	45
Tabel 4.2 Penyimpangan Robot Rescue All-Terrain Saat Bergerak Lurus	47
Tabel 4.3 Tabel Pengamatan <i>Localization</i> Setelah Dilakukan 1 Putaran	52
Tabel 4.4 Tabel Posisi Robot Hasil Percobaan <i>Localization</i>	56
Tabel 4.5 Tabel Posisi Benda Hasil Percobaan <i>Localization</i>	57
Tabel 4.6 Tabel Hasil Percobaan Pergerakan Manual	64
Tabel 4.7 Tabel Hasil Percobaan Pergerakan <i>Autonomous</i>	65
Tabel 4.8 Tabel Hasil Percobaan Pada Lorong Lurus.....	69
Tabel 4.9 Tabel Hasil Percobaan Pada Lorong Lurus Setelah Gerakan Robot Diperbaiki	71
Tabel 4.10 Tabel Hasil Percobaan Pada Lorong Lurus(10m) Setelah Lorong Diberi Penghalang.....	76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Fit PC2i	4
Gambar 2.2 Arduino Uno.....	6
Gambar 2.3 Hokuyo URG-04LX 2D <i>Laser Scanner</i>	7
Gambar 2.4 Area Scan <i>Laser Scanner</i>	8
Gambar 2.5 ROS <i>Filesystem Level</i>	10
Gambar 2.6 Contoh <i>Filesystem Level</i>	12
Gambar 2.7 <i>Computation Graph Level</i>	15
Gambar 2.8 Output Hokuyo <i>Laser Scanner</i> Menggunakan rviz.....	19
Gambar 2.9 Arduino IDE Setelah ros_lib di-copy Dalam sketchbook.....	20
Gambar 2.10 Diagram Blok Algoritma SLAM Menggunakan EKF	23
Gambar 2.11 Skematik dari Hector_SLAM.....	24
Gambar 2.12 Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	29
Gambar 2.13 FatShark V2 FPV	30
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Kontrol Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	31
Gambar 3.2 Desain Posisi <i>Laser Scanner</i> Pada Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	32
Gambar 3.3 Area Manuver Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	33
Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem	34
Gambar 3.5 Diagram Blok Sistem Kontrol Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	35
Gambar 3.6 Diagram Alir Sistem	36
Gambar 3.7 Diagram Alir Pergerakan Otomatis	37

Gambar 3.8 Area Scan Hokuyo <i>Laser Scanner</i>	38
Gambar 3.9 Diagram Alir Fungsi Program Otomatis	39
Gambar 3.10 Diagram Alir <i>Subscriber Topic</i> servokanan & servokiri	40
Gambar 3.11 Robot <i>Rescue All-Terrain</i>	41
Gambar 3.12 Contoh <i>Localization & Mapping</i>	42
Gambar 3.13 Pola Pergerakan <i>Autonomous Movement</i>	43
Gambar 3.14 Posisi Peletakan FatShark V2 FPV	44
Gambar 3.15 Tampilan Menggunakan FatShark V2 FPV	44
Gambar 4.1 Data Pengamatan Perubahan Elevasi Sudut 0°	48
Gambar 4.2 Data Pengamatan Perubahan Elevasi Sudut 20°	48
Gambar 4.3 Data Pengamatan Perubahan Elevasi Sudut 45°	48
Gambar 4.4 Data Pengamatan Perubahan Elevasi Sudut 70°	49
Gambar 4.5 Data Pengamatan Perubahan Elevasi Sudut 90°	49
Gambar 4.6 Foto Area Percobaan	50
Gambar 4.7 Ukuran Area Percobaan	51
Gambar 4.8 Area Percobaan <i>Localization</i>	52
Gambar 4.9 Percobaan <i>Localization</i> yang Pertama	53
Gambar 4.10 Percobaan <i>Localization</i> yang Kedua	54
Gambar 4.11 Percobaan <i>Localization</i> yang Ketiga.....	54
Gambar 4.12 Percobaan <i>Localization</i> yang Keempat	55
Gambar 4.13 Percobaan <i>Localization</i> yang Kelima.....	56
Gambar 4.14 Percobaan <i>Mapping</i> Pertama.....	58
Gambar 4.15 Percobaan <i>Mapping</i> Kedua	59

Gambar 4.16 Percobaan <i>Mapping</i> Ketiga	61
Gambar 4.17 Percobaan <i>Mapping</i> Keempat	62
Gambar 4.18 Percobaan <i>Mapping</i> Kelima	64
Gambar 4.19 Lintasan Lurus	66
Gambar 4.20 Percobaan Lurus Pertama	67
Gambar 4.21 Percobaan Lurus Kedua	68
Gambar 4.22 Percobaan Lurus Ketiga	70
Gambar 4.23 Percobaan Lurus Keempat	71
Gambar 4.24 Gambar Lorong Lurus Diberi Penghalang	73
Gambar 4.25 Percobaan Lurus Kelima	74
Gambar 4.26 Percobaan Lurus Keenam	75