

Pembuatan Sistem Kendali Navigasi Wahana Selam Nir Awak Auv (Autonomous Underwater Vehicle)

Muhammad Tadjuddin

Group Riset Disain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf No. 7 Kopelma Darussalam, Banda Aceh 23111 INDONESIA
m.tadjuddin@unsyiah.net

Abstract

Marine observation and research activities require a suitable transportation means that has an ability to bring necessary equipment for data collection and observation into the sea. One of the means that has the ability is AUV (Autonomous Underwater Vehicle), an electric powered underwater vehicle. The vehicle does not require cable connection from the surface and has an ability to move to global positions according to programmable trajectory installed in a microcontroller and other navigation equipment. The control system of the AUV trajectory is programmed in the microcontroller. The navigation equipment consists of integrated sensor. The main sensor used is global positioning sensor, digital compass, pressure sensor, and 3-axis gyroscopes. The main focus of this paper is the design and application of the control system for an underwater survey vehicle that has an ability to bring necessary equipment for observation of coastal area. The vehicle moves from an observation point to another according to GPS assisted programmed data. The control system consists of the thruster system, the depth control system, the positioning system and compass system. The design and algorithm for the control system is proposed.

Keywords: AUV trajectory AUV, control system, multi sensor, programming algorithm

1. Pendahuluan

AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) adalah salah satu jenis kendaraan bawah laut yang lebih sering digunakan untuk kebutuhan survey dan monitoring objek di laut atau dalam perairan.

AUV sendiri merupakan kendaraan, sedangkan tugas survey ataupun monitoring yang dilaksanakannya adalah tergantung dari pengguna. Kendaraan ini dapat dilengkapi dengan *data logger*, *video camera*, *deep sounder*, *side-scan* dan peralatan survei bawah air lainnya.

Pengoperasian AUV tidak menggunakan remote yang berupa kabel, melainkan bergerak bebas dengan kemampuan dan tingkat kecerdasannya sendiri.

Kemampuan dari AUV dapat, kemampuan navigasi dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan tugas dalam misinya berdasarkan panduan dari sensor GPS dan *compass*. Untuk itu dalam makalah ini dibahas desain sistem kendali navigasi AUV terutama GPS.

2. Pertimbangan Desain AUV

Badan AUV didesain menurut kebutuhan. Bagian permukaan badan akan menahan tekanan air yang besar. Ketahanan keseluruhan komponen badan dari tekanan air, menentukan berapa kedalaman yang dapat dijelajah. Pada makalah ini AUV didesain untuk dapat menyelam dan beroperasi pada lautan

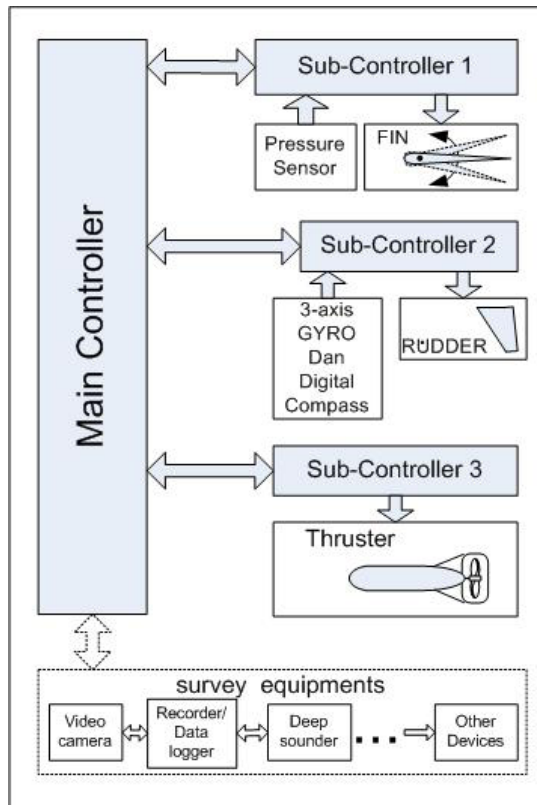
pesisir dengan kedalaman hingga 15 meter atau kisaran tekanan dalam 15kg/cm². Dalam operasinya AUV ini tidak menggunakan perangkat sonar sebagai navigasinya melainkan menggunakan kompas untuk navigasi dalam air dan dibantu GPS untuk navigasi pada waktu di permukaan air, karena keterbatasan signal GPS yang hanya efektif untuk digunakan dipermukaan saja. Signal GPS digunakan sebagai pengarah untuk mencapai suatu titik koordinat yang telah ditetapkan dimana kemudian AUV ini akan menyelam. Dari kondisi operasi tersebut AUV ini sebagian kegiatannya berada dekat di permukaan air oleh sebab itu di perlukan rudder pada bagian bawah dekat dengan *thruster* (pendorong) sebagai kemudi untuk memastikan AUV berjalan sesuai dengan instruksi masukan dari kompas dan GPS.

Untuk penyelamannya menggunakan bantuan sirip kanan dan kiri yang terletak pada bagian belakang. AUV dikondisikan untuk memiliki gaya apung positif yang sangat kecil, sehingga dalam keadaan tidak beroperasi, AUV ini tetap akan timbul ke permukaan. Dari berat keseluruhan maka diambil selisih gaya apung sebesar 0,25kgf. Sebagai penentu kedalaman digunakan sensor tekanan. Dimana tekanan selalu berbanding lurus dengan kedalaman air, sehingga signal dari sensor tekanan dapat langsung dikalkulasi oleh controller menjadi angka kedalaman air. Sensor tekanan yang digunakan adalah sensor absolut.



Gambar 1. Model AUV

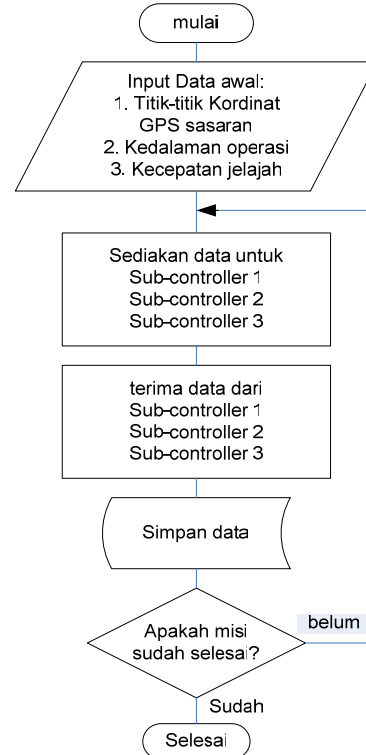
3. Sistem Kendali AUV



Gambar 2. Sistem kontrol AUV

Sistem kendali AUV menggunakan microcontroller yang dapat diprogram. Semua misi dan kegiatan operasi maupun control trajektorinya diprogramkan dalam perangkat ini. Disebabkan ada beberapa sistem kendali yang harus bekerja secara simultan, maka sistim kontroller utama dibantu oleh 3 buah sub kontroller (gambar 2). Kontroller utama mempunyai fungsi koordinasi dan menyimpan data operasional, seperti dalam flow chart gambar 3, dimana data kegiatan yang akan dilakukan seperti titik-titik koordinat global yang akan dituju, kedalaman penyelaman dan kecepatan yang diinginkan. Kontroller utama juga berfungsi merekam semua data kegiatan yang ada pada masing masing sub-controller. *sub-controller* merupakan

juga sebuah mikrokontroller memiliki kemampuan untuk diprogram dan melakukan tugas dan koordinasi dengan kontrol utama. Ada tiga sub-controller dalam desain kendali AUV ini.



Gambar 3. Flow chart kontrol utama

3.1. Sub-Controller 1

Pengatur sensor tekanan yang berhubungan dengan fin kanan dan kiri seperti terlihat pada *flow-chart*. Sub-controller ini yang bertugas menjaga posisi kedalaman tertentu sesuai dengan instruksi dari kontrol utama. Sensor tekanan memberikan informasi tentang kedalaman secara realtime, kemudian *sub-controller* menerima dan membandingkan nilainya dengan angka yang diberikan oleh *controller* utama, setelah itu dengan logika *fuzzy logic*, *controller* mengatur derajat elevasi dari fin kanan dan kiri untuk pengaturan gerak arah vertical AUV sampai tepat menduduki posisi kedalaman yang diinginkan. Data elevasi *pitch* didapat dari *sub-controller* 2 dimana terdapat 3 axis gyro.

3.2. Sub-controller 2

Pengatur kestabilan AUV pada bidang radialnya digunakan 3Axis gyro dan kompas digital. Dengan badan yang berbentuk silindris, AUV ini mudah berputar didalam air, terutama disebabkan oleh putaran baling-baling yang akan menimbulkan arah momen yang berlawanan dengan arah putaran baling baling. Disini sub-controller berfungsi untuk menjaga agar badan AUV selalu dalam posisi yang benar pada

posisi radialnya. Algoritma kontrolnya seperti pada flowchart gambar 5., Sub-kontroller mendapat informasi gyro baik untuk “roll” maupun “pitch”, dan hanya memproses stabilitas roll saja, sedangkan informasi pitch dikirimkan kepada sub-controller sebelumnya (sub-kontroller pada penjelasan no.1) untuk menjaga AUV selalu dalam posisi horizontal. Sub-kontroller ini juga mempunyai tugas untuk menjaga arah tujuan berdasarkan informasi dari kompas digital dan GPS. Perjalanan baik di permukaan maupun dibawah permukaan air menuju ke tujuan tertentu menggunakan kompas digital.

3.3. Sub-controller 3

Sub-controller yang terakhir adalah yang digunakan untuk pengatur thruster. Algoritmanya paling sederhana dan terdapat pada flow-chart gambar 6. Karena thruster menggunakan brushless DC motor 3-fasa sebagai penggerak utamanya, maka membutuhkan driver yang berbasis mikrokontroler secara independen. Kecepatan thruster dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pada waktu survei. Pada waktu AUV bergerak menuju titik survey, dapat menggunakan kecepatan penuh. Setelah sampai pada tempat tujuan dan menyelam menurut kedalaman tertentu, AUV akan bergerak dengan kecepatan yang diperlukan oleh peralatan survey atau data logger yang dibawanya.

4. Sistem Penentuan Lokasi Global

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dikembangkan dan dikelola oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. GPS dapat memberikan informasi tentang posisi, kecepatan dan waktu di mana saja di muka bumi setiap saat, dengan ketelitian penentuan posisi dalam fraksi milimeter sampai dengan meter. Kemampuan jangkauannya mencakup seluruh dunia dan dapat digunakan banyak orang setiap saat pada waktu yang sama (Abidin, H.Z., 1995). Metoda Absolut Penentuan posisi dengan GPS metode absolut adalah penentuan posisi yang hanya menggunakan 1 alat receiver GPS. Karakteristik penentuan posisi dengan cara absolut ini adalah sebagai berikut : 1. Posisi ditentukan dalam sistem WGS 84 (terhadap pusat bumi). 2. Prinsip penentuan posisi adalah perpotongan ke belakang dengan jarak ke beberapa satelit sekaligus. 3. Hanya memerlukan satu receiver GPS. 4. Titik yang ditentukan posisinya bisa diam (statik) atau bergerak (kinematik). 5. Ketelitian posisi berkisar antara 5 sampai dengan 10 meter. Aplikasi utama untuk keperluan navigasi, metoda penentuan posisi absolut ini umumnya menggunakan data pseudorange dan metoda ini tidak dimaksudkan untuk aplikasi-aplikasi yang menuntut ketelitian posisi yang tinggi

National Marine Electronics Association (NMEA) mengeluarkan standar paket data agar dapat digunakan oleh peralatan lain seperti PDA, mikrokontroler atau PC melalui program aplikasi GIS seperti Google Earth ataupun Quantum GIS.

5. Sistem GPS Modul

Modul yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrocontroller 8bit dan GPS modul. Fungsi mikrokontroler adalah membaca keluaran dari GPS. Modul GPS receiver akan bekerja pada output UART (protokol NMEA 0183) dengan transfer rate 4800bps. Dalam mencoba GPS ini, active antenna harus berada di luar gedung (langsung menghadap ke langit) dan diperlukan waktu sekitar 48 detik setelah catu daya dinyalakan untuk mendapat sinyal dari satelit.



Gambar 4. Sistem navigasi GPS

6. Algoritma Sistem Navigasi GPS

Cara kerja program secara garis besar berdasarkan tabel 1 adalah sebagai berikut:

1. Pertama program melakukan deklarasi variabel yang akan digunakan untuk menampung data dari modul GPS, serta deklarasi variabel slot bertipe byte dan nilainya akan menentukan data mana yang akan ditampilkan saat ini.
2. Kemudian program melakukan konfigurasi port serial. Program mengisi variabel slot dengan nilai 0.
3. Program menunggu masukan data dari modul GPS, apabila data yang diterima adalah urutan ASCII “GPGGA” (header) maka program akan menjalankan langkah selanjutnya. Bila tidak maka program akan menunggu hingga urutan ASCII “GPGGA” diterima.
4. Program menunggu masukan data serial dari GPS berupa ASCII “,” (koma).
5. Program memeriksa apakah variabel slot bernilai kurang dari 8. Jika ya maka program akan menyimpan data waktu (GMT) sepanjang 6 karakter ASCII yang diterima berikutnya. Program akan mengubah data waktu ke zona waktu Indonesia barat dengan menambahkan 7 jam,
6. Jika tidak maka program memeriksa apakah variabel slot bernilai kurang dari 16. Jika ya maka program akan menunggu dan menyimpan data nilai derajat lintang dan arah lintang (utara/selatan) yang diterima berikutnya.

7. Jika tidak maka program memeriksa apakah variabel slot bernilai kurang dari 24. Jika ya maka program akan menunggu dan menyimpan data nilai derajat bujur dan arah bujur (barat/timur) yang diterima berikutnya.
8. Jika tidak maka program akan menunggu dan menyimpan data jumlah satelit (Sat), data HDOP (*Horizontal Dilution of Precision*), dan data ketinggian terhadap permukaan air laut (Alt) yang akan diterima berikutnya.
9. Program memeriksa apakah variabel slot bernilai kurang dari 32. Jika ya maka program akan menambah nilai variabel slot dengan 1, tetapi jika tidak maka program akan mengisi variabel slot dengan nilai 0.
10. Program kembali ke langkah nomor 3.

Tabel 1. Format GPGLGA NMEA Message Output

GGA-Global Positioning System Fixed Data			
Table B-2 contains the values for the following example:			
\$GPGLGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1.07,1.0,9.0,M,0.0000*18			
Table B-2 GGA Data Format			
Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGLGA		GGA protocol header
UTC Time	161229.487	hhmmss.sss	
Latitude	3723.2475	ddmm.mmm	
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416	dddmm.mmm	
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		See Table B-3
Satellites Used	07		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude ¹	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation ¹		meters	
Units	M	meters	
Age of Diff. Corr.		second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum	*18		
<CR><LF>			End of message termination

1. SIRF Technology Inc. does not support geoid corrections. Values are WGS84 ellipsoid heights.

Kesimpulan

Sistem Navigasi AUV dengan menggunakan GPS digunakan pada saat AUV berada di permukaan air. Data yang dihasilkan oleh GPS berupa string ASCII dengan format NMEA yang berisi data koordinat dalam bentuk bujur dan lintang. Koordinat lintasan perjalanan AUV dalam bentuk bujur dan lintang dapat dilihat dalam bentuk peta pada software aplikasi Quantum GIS atau Google Earth. Desain dan algoritma kontrol dengan konfigurasi kontrol utama dan dibantu 3 buah sub-controller dapat memperbaiki performa dengan menjamin bahwa kendali sirip, rudder dan thrusters dapat berlangsung secara simultan.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih team member, kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Universitas Syiah Kuala yang telah mendanai penelitian ini dalam skim Riset Unggulan Perguruan Tinggi (RIP) No: 139/UN11/A.01/APBN-P2T/2012 tahun anggaran 2012.

Referensi

- [1] Andonian, M.; Chyba, M.; Grammatico, S.; Caiti, A., 2010, Using geometric control to design trajectories for an AUV to map and sample the summit of the Loihi submarine volcano, *Proceeding of Autonomous Underwater Vehicles (AUV)*, IEEE/OES, Monterey, CA.
- [2] Alexander V., Inzartsev. P., 2009, Underwater Vehicles, *In-Tech*, Croatia.
- [3] Bellingham, J.G. Yanwu Zhang Kerwin, J.E. Erikson, J. Hobson, B. Kieft, B. Godin, M. McEwen, R. Hoover, T. Paul, J. Hamilton, A. Franklin, J. Banka, A., 2010, Efficient propulsion for the Tethys long-range autonomous underwater vehicle, *Proceeding of Autonomous Underwater Vehicles (AUV)*, IEEE/OES, Monterey, CA.
- [4] Kumar, R.P.; Babu, S.S.; Srilekha, Y.; Kumar, C.S.; Sen, D.; Dasgupta, A, 2006, Test-bed for Navigation and Control of a Thruster based AUV, *Proceeding on Asia Pacific OCEANS*.
- [5] GIS Consortium Aceh-Nias, 2007, Modul Pelatihan Arc GIS tingkat Dasar.
- [6] Muhammad Tadjuddin, Udink aulia, Suhendrianto, 2012, Desain Sistem Mekanik dan Pembuatan Perangkat Lunak Pengatur Kedalaman Penyelaman untuk AUV (Autonomous Underwater Vehicle), *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTMXI) & Thermofluid IV*, UGM, ()