

Sistem Kendali Navigasi Wahana Selam AUV Menggunakan Jaringan GSM

Udink Aulia*, Muhammad Tadjuddin

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf, No. 7, Darussalam – Banda Aceh 23111, INDONESIA
E-mail: uaulia2@gmail.com

Abstract

Indonesian ocean has a riches of maritime fishery potency, so fishery mapping is important to be maintained, examined and explored. Fishery potency observation requires a vehicle to bring the observations and data collection equipments to the seabed by an electric-powered underwater vehicle or AUV (Autonomous Underwater Vehicle). AUV is a kind of underwater vehicle that has an ability to bring underwater observation's instrument. The operation of these vehicles is wireless and autonomous. It is able to move to specific locations in accordance with trajectory in the programmable microcontroller and the GPS sensors. The aim this research is to design a control system for underwater survey that can make a communication to control center on the beach by sending and receiving SMS thru GSM network. This AUV communication systems to explore coastal area, moving from one point of observation to the next observation point (point to point) in accordance with the latitude and longitude that is programmed and customized using GIS MapQuest software, and also trajectory correction control system by using GPS. In this paper, we described control systems and data communication for navigating auv based on GPS, GSM and GIS technology. Development control systems includes trajectory monitoring system, long range control by GSM network and position tracking by GIS .

Keywords: AUV navigation, GSM network, GIS, the control algorithm

1. Pendahuluan

AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) merupakan wahana selam bawah air yang digunakan untuk kebutuhan survei dan monitoring objek di dalam laut. Wahana selam tanpa awak ini gerakannya dikendalikan seperangkat komputer dan sensor yang berbentuk instrumentasi, *video camera*, *deep sounder*, *side-scan* dan peralatan survei bawah air lainnya.

Kemampuan dari AUV yang dapat bergerak sendiri atau autonomus ditambah lagi kemampuan untuk berkomunikasi dengan stasiun monitor didarat, membuat pengendalian AUV dan transfer data dari AUV dengan stasiun monitor kemampuan navigasi dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan tugas dalam misinya berdasarkan panduan dari sensor GPS. Untuk itu dalam makalah ini dibahas desain sistim kendali jarak jauh antara AUV dan stasiun monitor di darat.

Sistem Kendali tanpa menggunakan kabel dapat menggunakan teknologi RF, bluetooth, wifi, GSM, GPRS dengan kemampuan kecepatan transfer data dan jarak jangkauan yang berbeda. Teknologi komunikasi GSM dengan transfer data menggunakan SMS paling sesuai untuk pengendalian AUV dengan adanya BTS disepanjang pantai. Sehingga pengendalian AUV dapat dilakukan dengan menggunakan SMS.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Short Message Service

SMS merupakan salah satu fitur messaging pada komunikasi GSM. Pada saat kita mengirim SMS dari ponsel, pesan tersebut tidak langsung dikirimkan ke nomor ponsel tujuan, akan tetapi dikirimkan terlebih dahulu ke SMS Center, baru kemudian dikirim ke nomor ponsel tujuan. Untuk dapat mengirim dan menerima pesan kita harus melakukan koneksi ke SMSC dengan menggunakan terminal berupa GSM modem ataupun ponsel yang terhubung dengan PC. Cara ini cukup sederhana dan murah, tetapi memiliki keterbatasan kapasitas sesuai dengan terminal yang digunakan. Ada berbagai macam cara untuk melakukan koneksi ke terminal dan salah satunya dapat menggunakan program Hiper Terminal pada Windows dengan perintah AT Command. AT Command dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan terminal melalui serial port pada komputer. Pada pengiriman ataupun penerimaan SMS digunakan mode PDU (Protocol Data Unit), SMS dikirim dalam format oktet heksadesimal dengan panjang 160 (7 bit default alphabet) atau 140 (8 bit) karakter.

2.2. 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. 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.

2.3. Format Data GPS

Format data keluaran GPS dapat dibagi atas lima jenis, yaitu NMEA 0180, NMEA 0812, NMEA 0813, AVIATON, dan PLOTTING. Format data tersebut ditetapkan oleh NMEA (National Maritime Electronic Association) dan dapat dikoneksikan ke komputer melalui port komunikasi serial. Data keluaran dalam format NMEA 0183 berupa kalimat (string) yang merupakan karakter ASCII 8 bit. Setiap awal kalimat diawali dengan karakter "\$", dua karakter Talker ID, tiga karakter Sentence ID, dan diikuti oleh data fields yang masing-masing dipisahkan oleh koma serta diakhiri oleh optional checksum dan karakter carriage return/line feed (CR/LF). Jenis kalimat yang dihasilkan ada beberapa macam, diantaranya yang digunakan dalam penelitian ini adalah kalimat RMC (Recommended Minimum Specific). Kalimat RMC keluar dari GPS setiap 1 detik, atau dapat diatur sesuai kebutuhan. Bentuk kalimat dalam format RMC yang dibaca dari output GPS melalui komunikasi serial adalah

\$GPRMC,092204.999,A,4250.5589,S,14718.5084,E,0.00,89.68,211200,*,25

Dapat dilihat bahwa kalimat RMC memiliki beberapa informasi data. Data tersebut antara lain UTC time, status, latitude, N/S indicator, longitude,

E/W indicator, speed, course, date, magnetic variation, mode dan checksum. Deskripsi dari data yang terdapat pada kalimat RMC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Format kalimat navigasi RMC

Field	Contoh isi	Deskripsi
Sentence ID	\$GPRMC	
UTC Time	092204.999	hhmmss.sss
Status	A	A = Valid, V = Invalid
Latitude	4250.5589	ddmm.mmmm
N/S Indicator	S	N = North, S = South
Longitude	14718.5084	dddmm.mmmm
E/W Indicator	E	E = East, W = West
Speed over ground	0.00	Knots
Course over ground	0.00	Degrees
UTC Date	211200	DDMMYY
Magnetic variation		Degrees
Checksum	*25	
Terminator	CR/LF	

3. Desain sistem navigasi dan komunikasi

Sistem navigasi AUV menggunakan modul GPS/GPRS/GSM V3.0 produk DFRobot. Modul ini mempunyai prosesor SIM908 dengan 4 band frekuensi 850/900/1800/1990 MHz. Melalui modul ini komunikasi jarak jauh dapat dilaksanakan untuk mengirimkan dan menerima data atau perintah antara AUV dengan pusat monitor darat melalui jaringan GSM. Pengendalian modul ini dengan mikrokontroler dengan koneksi langsung pin, sehingga komunikasi antara mikrokontroler dengan modul dilaksanakan melalui 3 buah pin. Dua pin diantaranya yaitu pin 3 dan 4 berfungsi untuk memilih mode membaca posisi atau melakukan komunikasi.

3.1. Modul GSM

Modul GSM memiliki slot SIM card dapat menggunakan berbagai layanan operator komunikasi. SIM card yang dibutuhkan adalah untuk fungsi SMS sehingga sistem GSM ini dapat berkomunikasi dengan stasiun darat untuk mengirimkan perintah dari stasiun darat menuju AUV maupun pengiriman data lokasi AUV menuju stasiun darat.

3.2. Desain Program Komunikasi GSM

Program untuk menjalankan modul GSM ini adalah sebagai berikut. Pertama pin 3, 4, 5 diset

sebagai output kemudian pin 3 diset LOW dan pin 4 diset HIGH untuk memilih mode GSM, setting baudrate, pengiriman perintah at command AT+CMGF=1 untuk mode pengiriman text sms, nomor yang dituju dengan perintah AT+CMGS dan pesan yang akan dikirim. Untuk pembacaan sms bentuk format text, AT+CMGF=1, pembacaan memori sms AT+CMPS, pembacaan sms pertama +CMGR.

3.3. Sistem Navigasi GPS

Sistem pengendalian modul GSM/GPRS/GPS yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrocontroller 8 bit Arduino. Fungsi mikrokontroler adalah membaca keluaran dari GPS. Modul GPS receiver akan bekerja pada output UART (protokol NMEA 0183) tipe RMC dengan transfer rate 4800bps. Modul GPS harus berada di luar gedung (langsung menghadap ke langit) dan diperlukan waktu sekitar 48 detik setelah catu daya dinyalakan untuk mendapat sinyal dari satelit. NMEA-0183 adalah standar kalimat yang dikeluarkan oleh GPS receiver. Standar NMEA memiliki banyak jenis bentuk kalimat, di antaranya yang paling penting adalah koordinat lintang (latitude), bujur (longitude), ketinggian (altitude), waktu sekarang standar UTC (UTC time), dan kecepatan (speed over ground).

3.4. Design program Modul GPS

Modul GPS pada saat diletakkan diluar ruangan akan membaca data dari 3 satelit atau lebih untuk mendapatkan data dalam format NMEA yang berisi koordinat bujur dan lintang dari lokasi GPS. Data ini dipecah dalam bentuk informasi lebih kecil berupa waktu, Koordinat bujur dan lintang, arah, dan kecepatan. Data bujur dan lintang kemudian dikirim menggunakan modul GSM menuju stasiun monitor atau digunakan oleh mikrokontroler untuk mengendalikan AUV.

Program untuk menjalankan modul GPS ini adalah sebagai berikut. Pertama pin 3, 4, 5 diset sebagai output kemudian pin 3 diset HIGH dan pin 4

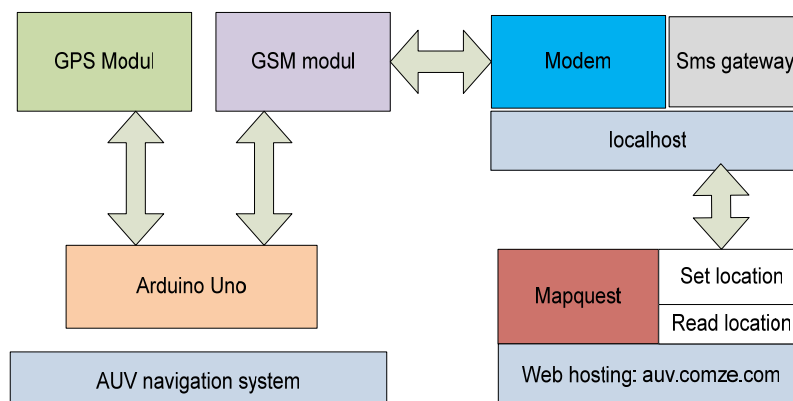
diset LOW untuk memilih mode GPS, setting baudrate, pengiriman perintah at command AT+CGPSPWR=1 untuk mengaktifkan GPS, perintah AT+CGPSRST=1 untuk mereset GPS dan pembacaan kalimat RMC serta pemisahan informasi waktu, lintang, bujur sehingga dapat dikirimkan melalui modul GSM.

3.5. Sistem Kendali AUV dengan GSM

Sistem pengendalian AUV memiliki tahapan pemilihan bergantung pada jarak antara stasiun pengendali dan auv. Pengendalian dengan modem satellite biayanya sangat mahal dan dapat untuk mengendalikan pada daerah yang tidak terdapat jaringan GSM. AUV dalam penelitian ini hanya beroperasi dipesisir dengan jarak 2 mil dari tepi pantai maka jaringan GSM dipilih untuk pengendalian dari darat. Sistem kendali auv menggunakan jaringan GSM terdiri dari 3 bagian:

1. Web server yang berfungsi untuk memonitor lokasi dan mengirimkan lokasi serta mengendalikan auv secara manual.
2. Sms gateway server, berfungsi untuk menerima permintaan web server untuk pengendalian auv dan mengirimkan lokasi saat ini yang diterima dari auv kepada web server.
3. Modul GSM/GPS dan mikrokontroler pada auv berfungsi mengirimkan lokasi saat ini kepada sms gateway server, menerima perintah dari web server melalui sms gateway server dan mengendalikan lintasan perjalanan auv.

Komunikasi antara auv dan stasiun pengendali menggunakan modul gsm yang dikendalikan mikrokontroler arduino dengan modem yang terdapat pada sms gateway server. Fungsi stasiun pengendali adalah mengirimkan data koordinat perjalanan auv dalam bentuk latitude (bujur) dan longitude (lintang), Memonitor lokasi saat ini auv dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) Mapquest.



Gambar 1 Sistem kendali auv menggunakan sms gateway dan SIG

3.6. Pertukaran Data antara Web Server dan SMS Gateway Server

Pembuatan sistem kendali berbasis SMS melalui web pada sms gateway server, dibutuhkan sebuah aplikasi gateway untuk mengirim SMS. Aplikasi sms gateway ini nanti kita install atau letakkan di komputer yang ada di stasiun pengendali yang mobile (dapat berpindah) beserta modem yang terhubung pada komputer tersebut sebagai alat untuk mengirim dan menerima SMS. Komputer ini harus selalu terhubung ke internet untuk berkomunikasi dengan web server yang ada di hosting. Sedangkan di dalam web server terdapat script form php untuk interface user yang ingin melihat posisi auv dan menentukan koordinat lintasan auv melalui SMS. Untuk aplikasi sms gateway yang diinstall di sms gateway server, menggunakan Gammu sebagai engine.

Proses pengiriman dan pembacaan data antara web server dan sms gateway server melalui jaringan TCP/IP. Pada Web server terdapat SIG Mapquest yang digabung dengan javascript dan php untuk dapat mengirim dan menerima sms melalui jaringan TCP/IP dengan sms gateway server.

Konsep dasar dalam pembuatannya adalah menggunakan semacam web service yang dibuat di web server untuk komunikasi antara sms gateway server dan web server. Web service ini nanti senantiasa akan diakses oleh sms gateway server. Melalui web service inilah SMS akan dikirim dari web server ke sms gateway server. Web service ditampilkan dalam bentuk XML yang berisi SMS dan nomor tujuan SMS yang akan dikirim. Data XML yang berisi sms dan nomor tujuan ini yang akan dibaca oleh sms gateway server, lalu mengirimkannya lewat aplikasi SMS gateway yaitu Gammu.

AUV dikendalikan jarak jauh melalui jaringan komunikasi GSM menggunakan 2 laptop yang berfungsi sebagai web server dan server sms

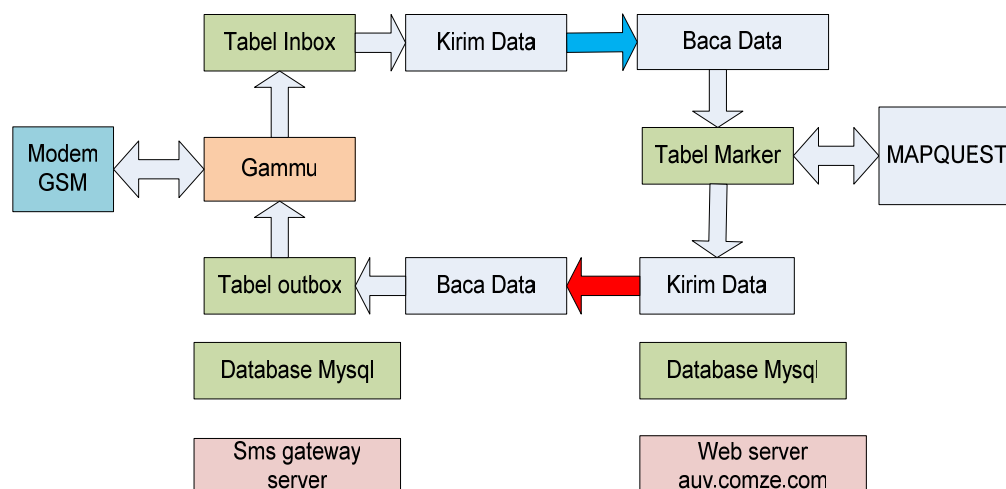
gateway. Web server mempunyai fungsi untuk menentukan lintasan yang direncanakan (path planning) dan menampilkan posisi auv pada saat ini dalam bentuk lintasan. Fungsi lain adalah mengendalikan auv secara manual dengan tombol dalam kondisi darurat. Web server mempunyai alamat **auv.comze.com/mapku.html** dan dapat diakses dengan jaringan TCP/IP, fungsi pengendalian hanya dapat diakses oleh admin, sedangkan client hanya dapat melihat lintasan auv.

Sedangkan server sms gateway merupakan gerbang komunikasi antara auv dan sistem pengendali berbasis SIG. Memiliki aplikasi Gammu sebagai sms gateway dan Mysql untuk penyimpanan informasi yang diperlukan dalam penerimaan dan pengiriman sms.

Web server memiliki user interface berupa web service yang dilengkapi dengan SIG Mapquest. Mapquest merupakan Map engine yang dilengkapi API javascript dengan fungsi menempatkan POI (Point of Interest) dengan koordinat latitude dan longitude. Sekumpulan POI menggambarkan lokasi AUV dalam bentuk lintasan pada map. Koordinat POI dibaca dari database yang memiliki tabel berisi informasi latitude dan longitude. Informasi lokasi pada web server dikirimkan dari sms gateway server dengan curl.

3.7. Sistem Monitoring Lintasan dengan GIS

Monitoring lintasan diimplementasikan dengan pengiriman data bujur dan lintang dari modul GPS pada AUV. Data ini dikirimkan dalam bentuk sms format text melalui jaringan gsm menuju station di darat ke sms gateway server. Modem pada sms gateway server akan mengirimkan data ke database mysql pada tabel inbox melalui sms gateway engine Gammu. Data yang baru masuk dikirimkan ke web server database dan ditampilkan pada aplikasi pemetaan Mapquest dalam bentuk titik lintasan atau POI (Point of Interest).



Gambar 2 Pertukaran data sms gateway server dan web server

3.8. Sistem Kendali Manual

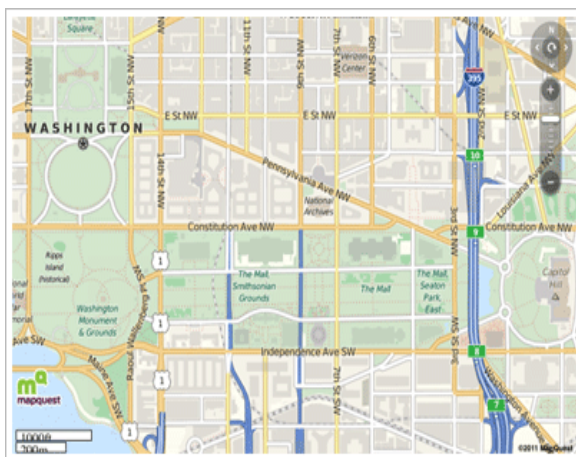
Pengendalian manual AUV dari stasiun monitor diperlukan untuk mengatasi adanya kerusakan sistem kendali pada Auv sehingga diperlukan adanya pengendalian manual dari web server. Sistem kendali manual mempunyai 4 tombol untuk menggerakkan auv maju, mundur, belok kiri dan belok kanan. Perintah ini dikirim dari web server menuju sms gateway server dalam bentuk file xml. Sms gateway server akan selalu membaca perintah dari web server setiap 5 detik. Data ini kemudian dikirimkan menuju AUV melalui jaringan GSM. Microcontroler pada AUV akan melakukan pengendalian terhadap putaran thruster sesuai dengan pesan sms yang diterima. Mode kendali dan perintah dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Format perintah kendali AUV

No	Perintah dalam format SMS	Fungsi
1	ADD_DEST	Menambahkan lintasan baru
2	CAN_DEST	Membatalkan lintasan saat ini
3	FORWARD	Maju kedepan
4	REVERSE	Mundur
5	TURN_RIGHT	Belok Kanan
6	TURN_LEFT	Belok Kiri

3.9. Sistem penentuan lintasan

Koordinat lintasan terbaru dapat dikirimkan dari web server menuju AUV dalam bentuk sms. Web server dapat juga membatalkan koordinat lintasan yang sedang dalam proses pengendalian dengan Pesan ini kemudian dibaca oleh modul GSM pada AUV dan dimasukkan sebagai rencana lintasan terbaru.



Gambar 3. Tampilan map pada aplikasi SIG Mapquest

3.10. Sistem Informasi Geografis MapQuest

MapQuest adalah salah satu penyedia layanan aplikasi peta online yang diluncurkan oleh AOL (American Online Inc), Aplikasi SIG MapQuest mempunyai sekumpulan fungsi untuk pengembangan lebih lanjut bagi pengguna. Fungsi SIG Mapquest dapat diakses melalui javascript untuk menempatkan data bujur dan lintang dalam bentuk grafik, sehingga lokasi AUV dapat ditampilkan untuk mempermudah pengendaliannya.

Script berikut ini merupakan JavaScript Maps API yang merupakan izin akses menggunakan fasilitas API javascript, parameter key merupakan login user yang didapat setelah proses registrasi.

/*load the SDK*/

```
<script
src="http://www.mapquestapi.com/sdk/js/v7.0.s/mqa.
toolkit.js?key=YOUR_KEY_GOES_HERE"></scrip
t>
```

4. Kesimpulan

Sistem Kendali Jarak jauh AUV menggunakan SMS pada jaringan GSM dapat mengendalikan dan memonitor lintasan perjalanan disepanjang pantai. Komunikasi AUV dan stasiun monitor didarat menggunakan web server dan sms gateway server. Tracking posisi AUV menggunakan GIS MapQuest yang dapat dikembangkan untuk diintegrasikan dengan data bujur dan lintang yang diterima dari AUV melalui sms gateway server. Web server dapat membaca posisi AUV dari database SMS gateway server dan ditampilkan di GIS Navigasi AUV dengan menggunakan GPS digunakan pada saat AUV berada di permukaan air. Data yang dihasilkan oleh GPS berupa string ASCII dengan format NMEA RMC yang berisi data koordinat dalam bentuk bujur dan lintang.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih team peneliti, kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Universitas Syiah Kuala yang telah mendanai penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2013 nomor: 385/UN11/A.01/APBN-P2T/2013 tanggal 29 April 2013

Daftar Pustaka

- [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,2010, Efficient propulsion for the Tethys long-range autonomous underwater vehicle, *Proceeding of Autonomous Underwater Vehicles (AUV)*, IEEE/OES, Monterey, CA