

RANCANG BANGUN KESTABILAN LAJU ROBOT KAPAL SELAM BERBASIS MIKROKONTROLER

Salim Abdullah¹, Erwin Susanto, Ph.D.², Ramdhan Nugraha, SPd, MT.³

^{1,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

²Dosen Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Dosen Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹salimabdullahkleib@yahoo.com, ²erwinelektro@telkomuniversity.ac.id, ³

ramdhan@telkomuniversity.ac.id - -

Abstrak

Laut merupakan salah satu sarana akomodasi yang berkembang, dari segi ekonomi maupun dari segi ilmu pengetahuan dan teknologi. Kapal selam adalah salah satu sarana akomodasi laut yang dapat bergerak di kedalaman laut. Fungsi yang terdapat di dalam robot kapal selam adalah di bidang segi pengetahuan dan teknologi, adapun fungsi lainnya, untuk mengebor minyak bawah laut dan sekedar bertamasya dibawah laut pun bisa. Kapal selam pun berkembang ke arah yang lebih canggih.

Pada tugas akhir ini akan di buat sebuah *prototype* robot kapal selam yang dapat bergerak naik turun dengan menggunakan *laptop* dan di atur melalui sebuah *mikrokontroler* berupa *arduino uno*. Fokus pada penelitian ini terdapat pada algoritma kontrolnya dan kestabilan laju kapal selam nya. Pada penelitian ini di gunakan sensor *gyroscope* dan *accelerometer* yang dapat menjaga laju kestabilan kapal selam tersebut. Metoda control yang digunakan dalam system ini adalah PID, PID digunakan untuk mengontrol baling-baling kapal selam agar kapal selam tersebut dapat mempertahankan posisinya maupun mempertahankan posisi pada saat robot kapal selam berakselerasi naik turun.

Pada penelitian robot kapal selam ini diharapkan menghasilkan sebuah simulator robot kapal selam yang dapat mengatur kestabilan posisi pada saat naik dan turun.

Kata kunci: PID sensor *gyroscope* dan *accelerometer*, *laptop*, *arduino mega*, *prototype*.

Abstract

The sea is one of the means of accommodation is growing, economically and in terms of science and technology. The submarine is one of the marine accommodation facilities that can move in the depths of the sea . The functions contained in the robot submarine is in terms of knowledge and technology , as for other functions , to drill for oil under the sea and under the sea just sightseeing can. The submarine was developed into a more sophisticated way.

In this final project will be created prototype a robot submarine that can move up and down by using the remote control in the form of a laptop and set via a microcontroller arduino uno form. The focus in this study are the control algorithms and the stability of the rate of its submarines. In this study used gyroscope and accelerometer sensor which can keep the pace of the stability of the submarine. Control method used in this system are PID , PID used to control a submarine propeller so that the submarine can maintain its position and maintain its position at the time of submarine robot accelerates up and down.

In the research submarine robot is expected to produce a submarine robot simulator that can regulate the stability of the position on the way up and down.

Key word: PID , *gyroscope* and *accelerometer* sensors , *laptop* , *arduino mega* , *prototype*..

1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan teknologi sangat cepat, terutama dibidang elektronika. Dengan diciptakanya robot-robot yang sangat pintar salah satu contoh perkembangan teknologi pada masa kini. Dalam tugas akhir ini penulis

akan membuat purwarupa robot kapal selam dengan menggunakan metode PID dan menggunakan sensor *gyroscope* dan *accelerometer*. Karena perkembangan teknologi yang sangat cepat dan canggih pada zaman sekarang.

PID merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Komponen control PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu Proportional, Integratif dan Derivatif. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap plant.

Masalah yang dihadapi adalah efisiensi pergerakan kapal selam di bawah laut dan keamanan akselerasi. Dari hal tersebut, saya mempunyai ide untuk meningkatkan efektifitas dari kerja kapal selam tersebut dengan menggunakan sensor *gyroscope* dan *accelerometer*. Dengan membuat suatu purwarupa kapal selam atau bisa juga di sebut dengan robot kapal selam yang dapat bergerak seefisien mungkin di permukaan dan di bawah laut dengan kedalaman yang sama. Suatu purwarupa atau robot kapal selam yang dapat bergerak vertikal dengan kedalaman konstan. Untuk pengendalian sistem kerja dari alat ini menggunakan *laptop* yang dihubungkan ke dalam *mikrokontroller arduino MEGA*. Dari pembuatan purwarupa ini di harapkan kapal selam ini dapat bergerak seefisien mungkin di bawah laut dan aman bagi keseimbangan robot kapal selam tersebut.

2. Dasar Teori dan Metode Perancangan

2.1 PID (Proportional Integral Derivative)

Sistem control PID (*Proportional-Integral-Derivative*) merupakan suatu kontroller yang berfungsi untuk menentukan kepresisian (kestabilan) suatu system instrumentasi dengan karakteristik umpan balik pada system tersebut. Kontroler PID terdiri dari tiga parameter yaitu P (proportional), D (derivative), I (integral). Dengan masing-masing parameter memiliki kelebihan dan kekurangan. Dalam implementasinya masing-masing parameter dapat bekerja sendiri maupun menggabungkan dari parameter tersebut. Parameter P, I dan D merupakan parameter yang diatur dalam sistem sesuai terhadap input sistem yang diinginkan. Sistem control PID banyak digunakan untuk pengaruh berbagai proses produksi.

Dasar teoritis untuk menganalisis kinerja kontrol PID adalah mempertimbangkan representasi dari Integrator dengan Transformasi Laplace ($1/S$), dan Differensiator dengan Transformasi Laplace (S). Secara konseptual, kontroler PID memiliki tiga representasi yang berbeda, yaitu Pertama, ada representasi simbolis (Gambar 1 (a)), dimana masing-masing dari tiga parameter dapat dipilih untuk mencapai tindakan kontrol yang berbeda. Kedua, ada bentuk operator domain waktu (Gambar 1 (b)). Ketiga, ada Transformasi Laplace versi kontroler PID (Gambar 1 (c)). Hal ini memberikan interpretasi kontrol s- domain dan memungkinkan hubungan antara domain waktu dan domain frekuensi.

Berikut merupakan pola algoritma kontroler PID yang terdiri dari elemen proportional gain, integral gain, dan derivative gain. Dalam pola algoritma kontroler PID juga terdapat error yang berfungsi sebagai pengontrolan output saat ini dengan output.

Sebelumnya :

$$PID = k_p e(t) + k_i \int e(t) dt + k_d \frac{de(t)}{dt}$$

Diumpamakan $PID = U_c$,

$$U_c = k_p e_n + k_i \int e_n dt + k_d (e_n - e_{n-1})$$

Keterangan (Persamaan PID) :

Dimana variable k_p , k_i , k_d merupakan gain dari parameter proportional, integral, derivative dan $e_n - e_{n-1}$ adalah nilai error saat ini dan sebelumnya. Dalam persamaan algoritma PID diperlukan time sampling (dt) untuk waktu pengambilan data, sehingga output kontroler PID (u_n) dapat diamati per sampling data yang telah ditentukan. Serta pada algoritma PID terdapat istilah integral yang diartikan sebagai bentuk penjumlahan secara increments, dan differensial yang diartikan sebagai bentuk perbedaan atau selisih.

Parameter-Parameter Penyusun Controller PID :

- **Proportional**

Pengaruh pada sistem :

1. Menambah atau mengurangi kestabilan.
2. Mengurangi (bukan menghilangkan) Error steady state

Persamaan matematis :

$$u(t) = K_p \cdot e(t)$$

Dimana K_p : konstanta proporsional

Dalam laplace

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p$$

Diagram Blok

- **Integral**

Pengaruh pada sistem :

Menghilangkan Error Steady State namun dapat menimbulkan ketidakstabilan (karena menambah orde sistem). Selain itu kontrol integral memiliki rise time yang lebih lama dibandingkan kontrol proporsional (responnya lebih lama).

Persamaan matematis :

$$u(t) = K_i \int_0^t e(t) dt$$

Dimana : konstanta integral

Dalam laplace :

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s}$$

Diagram Blok :

- **Derivative**

Pengaruh pada sistem :

Memberikan efek redaman pada osilasi. Hal ini juga dapat menyebabkan pemberian nilai K_p yang lebih besar. Selain itu kontrol Derivative hanya berubah saat perubahan error, saat ada error statis kontroler ini tidak

dapat bereaksi, sehingga kontroler D ini tidak dapat digunakan sendiri tanpa ada kontroler lainnya (biasanya di gabungkan dengan pengendali proporsional).

Memperbaiki respon transien, karena memberikan aksi saat ada perubahan error.

Persamaan matematis :

$$D = K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Untuk mendapatkan aksi kontrol yang baik diperlukan langkah coba-coba dengan kombinasi antara P, I dan D sampai ditemukan nilai Kp, Ki dan Kd seperti yang diinginkan.

- (1) Memahami cara kerja system,
- (2) Mencari model sistem dinamik dalam persamaan differensial,
- (3) Mendapatkan fungsi alih sistem dengan Transformasi Laplace,
- (4) Memberikan aksi pengontrolan dengan menentukan konstanta Kp, Ki dan Kd,
- (5) Menggabungkan fungsi alih yang sudah didapatkan dengan jenis aksi pengontrolan,
- (6) Menguji sistem dengan sinyal masukan fungsi langkah, fungsi undak dan impuls ke dalam fungsi alih yang baru,
- (7) Melakukan Transformasi Laplace balik untuk mendapatkan fungsi dalam kawasan waktu,
- (8) Menggambar tanggapan sistem dalam kawasan waktu

2.2 Sensor Gyroscope dan Accelerometer

Gyroscope adalah berupa sensor *gyro* untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu. *Gyro* sensor bisa mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna. Kita bisa membayangkan sebuah game pertempuran, sebelum ini bila kita ingin melihat situasi sekeliling, kita akan menyapu layar searah terus menerus untuk berputar, dengan *gyro* sensor ini kita cukup berputar sesuai gravitasi seperti benar-benar melihat sekeliling. Atau bila melihat sebuah obyek 3D kita cukup berputar untuk melihat setiap sudut obyek tersebut. Tentu ini adalah sebuah metode yang menghasilkan pengalaman seolah nyata.

Gyro sensor bisa mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna. *Gyroscope* pada penelitian ini digunakan untuk kestabilan robot kapal selam.



Gambar 2.2 Sensor Gyroscope dan Accelerometer

Accelerometer adalah sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek. *Accelerometer* mengukur percepatan dinamik dan statik. Pengukuran dinamik adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran statik adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi. Untuk mengukur sudut kemiringan.

2.4 *Arduino MEGA*

Gambar2..4 Arduino Mega 2560

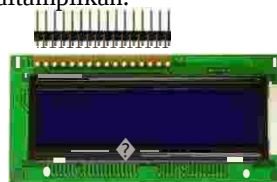


Arduino Mega 2560 adalah board mikrokontroler berbasis Atmega2560. Mempunyai 54 pin I/O digital (15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 masukan analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16MHz, koneksi USB, jack catu daya, header ICSP, dan tombol *reset*.^[8] Secara umum, Arduino Mega 2560 adalah rangkaian sistem minimum Atmega2560 yang sudah dimodifikasi bersama dengan *downloader* dan memiliki *compiler* C yang sudah terintegrasi dengan berbagai macam *library* Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.^[6]

2.5 *LCD (Liquid Crystal Display)*

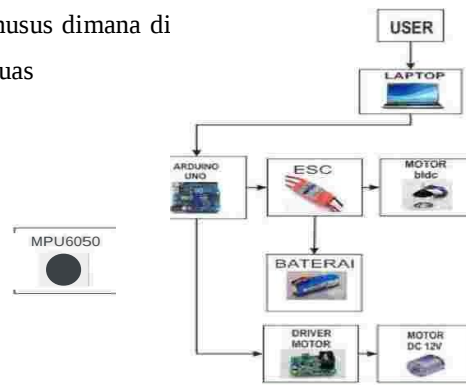
Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

Material LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari *segment*. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal. Belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan *segment* yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



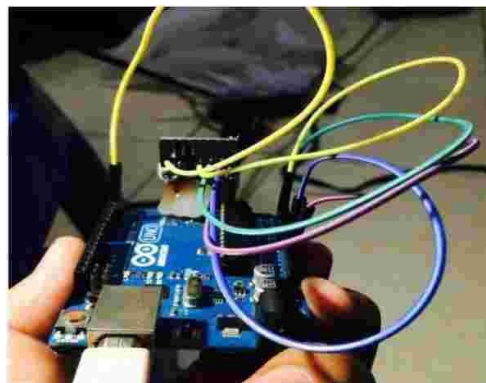
2.6 Motor DC 12V

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor dc atau motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung dan tidak langsung/*direct-unidirectional*. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana di  yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas



Gambar 2.6 Motor DC 12V

2.11 Perancangan dan Implementasi



Gambar 2.10 Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja sistem ini, yaitu *user* menurunkan robot kapal selam menggunakan kursor pada laptop saat dalam keadaan turun ketika robot kapal selam menerima guncangan dari arus air maka pergerakan robot kapal selam menggunakan motor bldc saat keadaan turun akan dibaca oleh IMU MPU 6050 dan menghasilkan output *accelerometer* yang selanjutnya akan menjadi input bagi *fuzzy logic* sebagai *error*.

2.6.1 Perancangan MPU 6050



Tabel 4 - 2 Pengujian Robot Kapal Selam Badan Kanan Kapal Dimiringkan

DERAJAT KEMIRINGAN	RESPON (detik)	PWM KANAN	PWM KIRI	KET
0°	0	152	149	STABIL
15°	4	139	161	STABIL
30°	10	131	168	STABIL
45°	15	120	181	STABIL

Tabel 4 - 3 Pengujian Robot Kapal Selam Badan Kiri Kapal Dimiringkan

DERAJAT KEMIRINGAN	RESPON (detik)	PWM KANAN	PWM KIRI	KET
0°	0	151	152	STABIL
15°	5	159	138	STABIL
30°	9	171	131	STABIL
45°	12	182	118	STABIL

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan sistem prototipe robot kapal selam, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. PID dapat diterapkan di prototipe robot kapal selam ini.
2. Respon rata-rata dari penelitian ini adalah 5 detik.
3. Menggunakan MPU 6050 menjadi lebih mudah untuk penelitian ini untuk membuat prototipe robot kapal selam stabil.
4. Menggunakan Arduino Mega sebagai mikrokontroler membuatnya sederhana dalam penelitian ini.

5.2 Saran

Pengembangan selanjutnya untuk optimasi sistem Kestabilan Robot Kapal Selam dan penyempurnaan sistem dapat dilakukan dengan cara :

1. Alangkah lebih baik jika badan robot kapal selam menggunakan badan dari mainan remote control kapal selam sehingga lebih memudahkan dalam membuat mekatronika robot kapal selam.
2. Pada tugas akhir ini penulis menggunakan PID sebagai pengambil keputusan saat beroperasi di air. Kekokohan dari sistem tidak seutuhnya teruji. Maka dari itu penulis sangat menyarankan agar metoda kontrol dapat dikembangkan lebih lanjut, entah mengembangkan menggunakan metode yang lebih canggih seperti LQR atau KALMAN FILTER.
3. Penggunaan perangkat lunak seperti Matlab dan Labview dapat menjadi alternatif untuk penelitian, pengujian, dan analisis sistem kendali dalam model apapun secara fleksibel.

Daftar Pustaka

- [1.] Parsaroan, Devha (2015) “Rancang Bangun Kestabilan Posisi Sistem Kendali Manual Robot Kapal Selam Menggunakan Metode Fuzzy Logic”
- [2.] Naba, Agus. (2009), “Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB”, Yogyakarta, Andi Offset.
- [3.] Bobby, Grace. (2015). “Perancangan dan Implementasi Robot Keseimbangan Beroda Dua Berbasis Mikrokontroller”. Bandung: Universitas Telkom.
- [4.] Yusmansyah. (2015). “Perancangan dan Implementasi Sistem Kontrol Parkir Mobil Listrik Otomatis Menggunakan Metode Ackerman Steering”. Bandung: Universitas Telkom
- [5.] Nurisma, F.N, Basuki, Panggih. (2013). “Purwarupa Robot Kapal Selam Menggunakan Kontrol PD Berbasis Mikrokontroller”. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- [6.] Kanakakis, V. Valavanis, K.P., Tsourveloudis, N.C. (2004). Paper hal 1-10. “Fuzzy-Logic Based Navigation of Underwater Vehicle”.
- [7.] Aruan, Yohana Jayanti. (2015).”Sistem Peringatan dan Monitoring Peringatan Perlindungan Kereta Api Otomatis Dengan Menggunakan Arduino dan Android”. Bandung: Universitas Telkom
- [8.] Sumiati, Ruzita. (2011). “Analisis Pengendalian Motor DC Menggunakan Logika PID Dengan Mikrokontroler Atmega 8535 ”. Padang: Politeknik Negeri Padang
- [9.] <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (online). Diakses pada 18 Oktober 2015
- [10.] http://mirp.net/index.php?main_page=product_info&cPath=products_id (online). Diakses tanggal 11 November 2015
- [11.] Klir, George J., Yuan, Bo. 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications. Prentice Hall. New Jersey

