

SISTEM KENDALI KECEPATAN AUTONOMOUS USV (*UNMANNED SURFACE VEHICLE*) PENGUMPUL SAMPAH MENGGUNAKAN PID



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

M. KEVIN ARDELA

03041281520081

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM KENDALI KECEPATAN AUTONOMOUS USV
PENGUMPUL SAMPAH MENGGUNAKAN PID**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

M KEVIN ARDELA

03041281520081

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 1971108141999031005

Hera Hikmarika, S.T., M.Eng.
NIP. 197812072002122002

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Hera Hikmanita S.T., M.Eng

Tanggal : 30 / 07 / 2019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Kevin Ardela
NIM : 03041281520081
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Sistem Kendali Kecepatan Autonomous USV Pengumpul Sampah Menggunakan PID” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2019



ABSTRAK

SISTEM KENDALI KECEPATAN AUTONOMOUS USV (*UNMANNED SURFACE VEHICLE*) PENGUMPUL SAMPAH MENGGUNAKAN PID

(M. Kevin Ardela,03041281520081,2019)

Pengembangan USV yang lebih lanjut diharapkan menghasilkan manfaat, seperti pengembangan dengan biaya operasi yang tidak terlalu besar, peningkatan keselamatan dan keamanan personel, perluasan jangkauan dan presisi operasional, jangkauan yang lebih besar, serta peningkatan fleksibilitas. Untuk dapat menggunakan USV sebagai alat untuk pengumpul sampah di air secara autonomus, dibutuhkan pengendalian kecepatan agar kecepatan USV bisa diatur dan dapat beroperasi dengan maksimal. Untuk mengaplikasikannya, pada penelitian ini digunakan sebuah sistem kendali kecepatan yang dikontrol menggunakan metode PID berbasis mikrokontroler Ardupilot Mega (APM 2.5) dengan aplikasi *mission planner*. USV ini memiliki tujuan untuk mengumpulkan sampah secara autonomus dan dengan kecepatan yang sesuai untuk mengumpulkan sampah dengan baik. Aplikasi ini mampu membantu USV bergerak secara autonomus dengan jalur yang bisa ditentukan serta memberikan nilai PID. Setelah dilakukan pengaplikasiannya, USV berhasil bergerak secara autonomus sesuai dengan jalur yang diberikan, dan didapatkan nilai konstanta PID yaitu $K_p = 0.7$, $K_i = 0.2$, $K_d = 0.2$.

Kata Kunci: USV, Autonomus, Sistem Kendali Kecepatan *Mission Planner*, PID.

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Hera Hikmarika, S.T., M.Eng.

NIP : 197812072002122002

ABSTRACT

SPEED CONTROL SYSTEM AUTONOMOUS USV GARBAGE COLLECTOR USE PID

(M. Kevin Ardela,03041281520081,2019)

To overcome the amount of garbage needed low-cost and fast tools like USV (unmanned surface vehicle) usage. USV has been widely used in military and civilian areas. Further USV development is expected to produce benefits, such as development with less large operating costs, increased personnel safety and security, extended reach and operational precision, greater reach, and increased flexibility. To be able to use USV as a tool to autonomous garbage collector in water, it requires speed control so that USV speed can be set and can operate with maximum. To apply it, the study used a speed control system controlled using the Ardupilot Mega (APM 2.5) Microcontroller-based PID method with the Mission planner application. This USV has a purpose to collect the garbage in autonomous and with the appropriate speed to collect garbage well. This application is able to help USV to move in autonomous with the path to be determined and provide the value of PID. After the application, USV managed to move in autonomous according to the given path, and obtained the value of PID constants namely $K_p = 0.7$, $K_i = 0.2$, $K_d = 0.2$.

Keywords: USV, Autonomous, Speed control system, Mission Planner, PID.

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Abu Bakar Sidiik
Abu Bakar Sidiik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Hera Hikmarika, S.T., M.Eng.

NIP : 197812072002122002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul **“Sistem Kendali Kecepatan Autonomous USV (*Unmanned Surface Vehicle*) Pengumpul Sampah Menggunakan PID”**.

Pembuatan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya, yang telah memberikan dukungan sepenuhnya baik materi maupun moril serta motivasi selama pembuatan tugas akhir ini.
2. Ibu Hera Hikmarika S.T., M. Eng. selaku Pembimbing Utama tugas akhir yang selalu memberi bimbingan, arahan dan nasihatnya.
3. Bapak M. Abu Bakar Siddik, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto S.T., M. Eng, Ibu Dr. Suci Dwijayanti, S.T., M.Sc. dan Bapak Ir. Zaenal Husein, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah menguji tugas akhir saya dan memberikan kritik dan sarannya.
5. Bapak Ir. Syamsuri, M.M. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberi motivasi dan arahan selama menentukan matakuliah yang harus diambil.
6. ^x Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.

7. Teman saya di Universitas Sriwijaya yang telah memberikan dukungan dan bantuan sepenuhnya kepada saya selama masa perkuliahan baik di dalam maupun luar lingkungan kampus.
8. Semua kakak dan adik tingkat saya di Jurusan Teknik Elektro yang telah membantu saya selama saya di Universitas Sriwijaya.
9. Semua orang yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga uraian ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN INTEGRITAS.....	iii
ABSRTAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Keaslian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 State Of The Art	5
2.2 <i>Unmanned Surface Vehicle</i>	8
2.3 PID.....	9
2.3.1 Kontrol Proporsional.....	11
2.3.2 Kontrol Integral.....	12
2.3.3 Kontrol Derivative	13
2.4 Mikrokontroler.....	14
2.4.1 Pilihan Memori	14
2.4.2 Input/Output.....	15
2.5 Sensor	16
2.5.1 Kompas	16

2.5.2 Sensor GPS	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Studi Literatur.....	18
3.2 Perancangan.....	19
3.2.1 Sistem Kendali Kecepatan USV	20
3.2.2 Tuning PID.....	21
3.3 Pengujian	22
3.4 Analisa & Kesimpulan.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Pengujian USV pengumpul sampah secara autonomous.....	23
4.2 Pengujian kontrol pada sistem kendali kecepatan USV	25
4.2.1 Tuning PID.....	25
4.2.2 Pengujian USV.....	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkembangan USV	9
Tabel 2.2 Acuan Parameter PID	11

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Design PID untuk <i>heading control</i> kapal.....	5
Gambar 2.2 Strategi pergerakan kapal	8
Gambar 2.3 <i>Function block</i> PID kontroler.....	10
Gambar 2.4 Perbandingan 3 nilai K_i berbeda (K_p & K_d konstan)	13
Gambar 2.5 Perbandingan 3 nilai K_d berbeda (K_p & K_i konstan)	14
Gambar 3.1 Flowchart langkah penelitian	18
Gambar 3.2 Ardupilot Mega (APM) 2.5	19
Gambar 3.3 Flowchart program pengendali.....	20
Gambar 3.4 Tuning PID	22
Gambar 4.1 USV	23
Gambar 4.2 Misi USV secara autonomous	24
Gambar 4.3 Grafik kompas saat USV bergerak secara autonomous	24
Gambar 4.4 Sensor GPS Ublox neo 7m.....	25
Gambar 4.5 Nilai PID	26
Gambar 4.6 Grafik kecepatan saat USV bergerak secara autonomous.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel derajat dan kecepatan autonomous USV saat diberikan misi

Lampiran 2. Berita acara seminar tugas akhir / Laporan hasil revisi tugas akhir

Lampiran 3. Hasil pengecekan *iThenticate*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin cepat dan terus berkembang ditandai dengan semakin banyaknya peralatan yang dikendalikan secara otomatis seperti robot. Robot saat ini banyak digunakan untuk membantu dan mempercepat pekerjaan manusia. Salah satu penerapan robot adalah untuk membantu masalah pencemaran ekosistem air dengan cara memindahkan sampah ke tempat yang seharusnya.

Untuk mengatasi banyaknya sampah dibutuhkan alat yang berbiaya rendah dan cepat seperti penggunaan USV (*unmanned surface vehicle*). USV dapat didefinisikan sebagai kendaraan tak berawak yang melakukan tugas di berbagai lingkungan air yang berantakan tanpa campur tangan manusia [1]. USV telah banyak digunakan di wilayah militer dan sipil. Pengembangan USV yang lebih lanjut diharapkan menghasilkan manfaat, seperti pengembangan dengan biaya operasi yang tidak terlalu besar, peningkatan keselamatan dan keamanan personel, perluasan jangkauan dan presisi operasional, jangkauan yang lebih besar, serta peningkatan fleksibilitas [2].

Penelitian yang dilakukan oleh Anaskur, Robbi Auzikni Putra, Bayu Arengga Yusron, dkk membahas tentang rancangan USV *autonomous* yang bisa bergerak bebas di air menuju posisi yang ditentukan dengan mengontrol arah pergerakan kapal menggunakan servo tanpa mengatur kecepatan kapal [3]. Penelitian yang dilakukan oleh Wei Li, Yiping Li membahas tentang sistem kontrol pada USV. Model strategi kontrol membuat perjalanan USV pada permukaan air untuk mencapai posisi target mengikuti jalur perencanaan dengan kecepatan tinggi secara stabil terhadap gangguan [4]. Osiany Nurlansa, dkk membuat Automatic Garbage Collector Robot Model yang berfungsi untuk mengambil sampah otomatis di air. Namun, robot ini hanya berfungsi

di kondisi air yang tenang tanpa arus yang kuat [5]. CHEN Su, dkk merancang sebuah kapal yang berfungsi untuk mengambil sampah di sungai dan bisa bergerak secara manual maupun otomatis. Akan tetapi pada penelitian ini tidak membahas mengenai pengendali kecepatan kapal tersebut [6].

Dengan kelemahan yang didapat dari penelitian lainnya tersebut [3]–[6], maka penulis ingin mengembangkan USV yang dirancang untuk mengambil sampah secara otomatis menggunakan metode PID untuk mengontrol kecepatannya. Metode PID digunakan karena merupakan metode ini merupakan metode yang paling umum, desain yang sederhana dan mudah diaplikasikan pada berbagai kontrol.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian lain telah banyak membahas mengenai USV khususnya USV pengumpul sampah, namun masih tidak memperhitungkan kecepatan USV, padahal untuk mengumpulkan sampah dengan baik dibutuhkan kecepatan yang stabil dan hingga kini penelitian mengenai pengendalian kecepatan USV pengumpul sampah otomatis belum dilakukan. Penelitian ini akan membahas bagaimana USV akan bergerak secara otomatis dan mengatur kecepatan sendiri tergantung kondisi air.

1.3 Batasan Masalah

1. Tempat penelitian adalah danau, dan jalur yang digunakan hanya lurus.
2. Metode yang digunakan untuk mengontrol kecepatan USV adalah metode PID
3. Motor yang digunakan adalah motor DC brushless
4. Berbasis mikrokontroler Ardupilot Mega (APM) 2.5

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Merancang sistem USV pengumpul sampah yang mampu bergerak secara autonomous
2. Menunjukkan performansi pengendali PID sebagai pengendali kecepatan pada USV pengumpul sampah.

1.5 Keaslian Penelitian

Penelitian berjudul “PENSHIP Autonomous Surface Vehicle” memberikan rancangan USV otomatis. Kendaraan ini dilengkapi dengan algoritma yang dibuat secara tertanam sistem berbasis komputer dan perangkat keras mikrokontroler mini. Penelitian ini menjelaskan tentang desain lambung kapal catamaran khusus untuk meningkatkan kemampuan manuver, desain listrik, sistem kontrol, dan algoritma untuk menyelesaikan tantangan yang disajikan dalam Kompetisi Roboat 2015 [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Wei Li, Yiping Li membahas tentang sistem kontrol pada USV. Arsitektur sistem kontrol yang dirancang untuk mode kontrol pencampuran, yang mengubah antara kontrol manual dan kontrol otomatis, diterapkan berdasarkan komunikasi real-time membuat kendaraan dikemudikan secara langsung oleh pengguna. USV bergerak cepat di permukaan air, di mana ada begitu banyak gangguan lingkungan laut, seperti gelombang dan aliran. Semua faktor ini membuat gerakan sistem kontrol lebih sulit untuk mengendalikan kendaraan. Dalam penelitian ini, algoritma kontrol PID adaptif, yang menyesuaikan parameter kontrol PID-nya secara online, digunakan untuk meningkatkan kemampuan anti-gangguan dari heading kontrol USV [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Osiany Nurlansa, dkk merancang sebuah Automatic Garbage Collector Robot Model [5]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat model robot berbasis mikrokontroler ATmega 16 sebagai pengumpul sampah otomatis untuk mengurangi jumlah sampah di sungai yang tidak memiliki aliran secara efisien. Metode yang digunakan adalah desain dan konstruksi. Metode termasuk identifikasi kebutuhan, analisis komponen yang diperlukan secara khusus, hardware dan software, pengembangan, dan pengujian. Kecepatan yang

diberikan konstan, sehingga kurang memungkinkan untuk melalui kondisi air yang berubah ubah.

Desain sebuah kapal autonomous dirancang oleh CHEN Su, dkk untuk membersihkan sampah yang mengapung di danau secara otomatis maupun manual. Kapal ini ditenagai oleh baterai surya. Sensor ultrasonik telah dilengkapi untuk mendeteksi jarak antara kapal dan tepi danau [6]. Kapal berjalan di sekitar tepi danau dengan mengendalikan dirinya secara otomatis dalam jarak yang telah ditentukan dari tepi danau. Pada saat yang sama, secara otomatis membersihkan sampah mengambang. Kontrol manual digunakan dalam beberapa keadaan khusus dan untuk meningkatkan kemampuan kapal. Strategi kontrol gerak hanya berdasarkan pengukuran jarak ultrasonik dengan menjaga jarak yang telah ditentukan dari tepi danau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]M. Breivik and J. E. Loberg, *A virtual target-based underway docking procedure for unmanned surface vehicles B*, vol. 18, no. PART 1. IFAC, 2011.
- [2]M. Breivik, *Guided Motion Control of Marine Vehicles Thesis for the degree of philosophiae doctor Department of Engineering Cybernetics*, no. June 2010. 2014.
- [3]R. A. Anaskur *et al.* *PENSHIP v4 Autonomous Surface Vehicle*, pp. 1–7.
- [4]W. Li and Y. Li, *Study of the Control System for an Unmanned Surface Vehicle*, pp. 0–3, 2013.
- [5]O. Nurlansa, D. Anisa Istiqomah, and M. Astu Sanggha Pawitra, *AGATOR (Automatic Garbage Collector) as Automatic Garbage Collector Robot Model*, *Int. J. Futur. Comput. Commun.*, vol. 3, no. 5, pp. 367–371, 2014.
- [6]C. Su, W. Dongxing, L. I. U. Tiansong, R. E. N. Weichong, and Z. Yachao, “An Autonomous Ship for Cleaning the Garbage Floating on a Lake,” 2009.
- [7]G. . Roberts and R. Sutton, *Advance in Marine Vehicles*, vol. 106. 2000.
- [8]S. Savitz, I. B. Blickstein, P. Buryk, and R. W. Button, *U.S. 2005. Navy Employment Options for UNMANNED SURFACE VEHICLES (USVs)*. United States. RAND Corporation
- [9]Z. Liu, Y. Zhang, X. Yu, and C. Yuan, “Unmanned surface vehicles: An overview of developments and challenges,” *Annu. Rev. Control*, vol. 41, no. March 2018, pp. 71–93, 2016.
- [10]F. G. Martins, “Tuning PID Controllers using the ITAE Criterion *,” vol. 21, no. 5, 2005.
- [11]Muhammad Yusuf, *Implementasi Robot Line Follower Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode PID*, *Mmum*, p. 2016, 2016.
- [12]C. Sánchez-López, V. H. Carbajal-Gómez, M. A. Carrasco-Aguilar, and F. E. Morales-López, *PID controller design based on memductor*, vol. 101, pp. 9–14, 2019.
- [13]M. Crenganis and O. Bologna, *PID Controller For a Differential*, vol. 99.9-14