

Kontrol Kecepatan Laju Kapal *Boats* Menggunakan Metode *PID Controller (Proportional Integral Derivative)*

Eka Rizki Anugrah ^{a,1,*}, H. Suryadhi. ^{b,2}, Joko Subur. ^{b,3}

^aUniversitas Hang Tuah, Jl.Arief Rachman Hakim, Surabaya, Indonesia

¹ ekarizki05@gmail.com; ² suryadhi@hangtuah.ac.id; ³ joko.subur@hangtuah.ac.id

* Penulis Koresponden

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Histori Artikel

Pengajuan 10-juli-2020

Diperbaiki 15-juli-2020

Diterima 28-juli-2020

Kata Kunci

Kontrol Kecepatan Laju Kapal

PID (*Proportional Integral Derivative*)

Sensor *Water Flow*

Mikrokontroler

Kapal merupakan alat transportasi laut yang banyak digunakan untuk berbagai tujuan, kapal di Indonesia banyak dipergunakan oleh masyarakat untuk kegiatan sehari-hari. Banyaknya masyarakat Indonesia yang menggunakan transportasi kapal laut ini dan tidak menutup kemungkinan bahwa perairan Indonesia merupakan salah satu negara dengan lalu lintas laut yang padat dan tidak dapat dihindari, maka dari itu kasus kecelakaan laut sering terjadi dengan berbagai sebab. Faktor human error seringkali dinyatakan sebagai faktor utama penyebab terjadinya suatu kecelakaan bagi masyarakat awam. Salah satu contoh kecelakaan kapal yang sering terjadi yaitu kehilangan kendali atas kecepatan laju kapal sehingga terjadi tabrakan penyebabnya sehingga terjadi permasalahan yaitu kecepatan laju kapal yang digerakan oleh tuas manual yang mengakibatkan kecepatan yang dihasilkan tidak konstan dan stabil. Maka dari itu untuk penelitian ini akan di fokuskan pada sistem kontrol kecepatan laju pada kapal yang dibuat secara sistematis menggunakan PID. Diharapkan dengan sistem kendali control PID serta keluaran dari sensor water flow dapat mengontrol kecepatan laju pada kapal.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim, negara yang sebagian besar wilayahnya berupa perairan atau laut. Sehingga masyarakat Indonesia tidak asing lagi dengan alat transportasi kapal laut. Banyaknya masyarakat Indonesia yang menggunakan transportasi kapal laut ini dan tidak menutup kemungkinan bahwa perairan Indonesia merupakan salah satu negara dengan lalu lintas laut yang padat, maka dari itu kasus kecelakaan laut sering terjadi dengan berbagai sebab. Berdasarkan data dari KNKT, dari tahun 2017 sampai 2019 saja sudah terjadi 21 kasus kecelakaan kapal di wilayah Indonesia. Kecelakaan laut di sebabkan oleh banyak faktor yaitu cuaca buruk, tabrakan antar kapal, kehilangan kendali atau kecepatan laju kapal dan *human error*.

Dari data kecelakaan kapal tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa faktor *human error* seringkali dinyatakan sebagai faktor utama penyebab terjadinya suatu kecelakaan

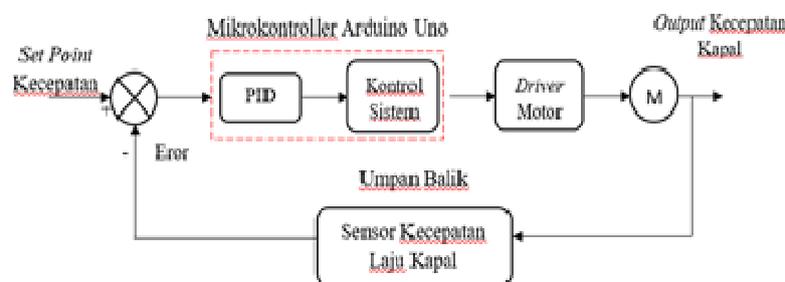
bagi masyarakat awam. Salah satu contoh kecelakaan kapal yang sering terjadi yaitu kehilangan kendali atas laju kecepatan pada kapal, dikarenakan kecepatan pada kapal pada umumnya masih menggunakan sistem manual tanpa adanya sistem kontrol secara otomatis. Maka pada kecepatan laju kapal perlu adanya sistem kontrol secara otomatis untuk bisa mengetahui, mengukur dan mengatur kecepatan kapal secara konstan dan stabil. Sehingga dengan adanya sistem kontrol kecepatan laju kapal tersebut akan mengurangi kecelakaan kapal yang diakibatkan faktor *human error*.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Shah dan Mudjiono pada tahun 2017, dikatakan bahwa pada zaman dulu sebelum adanya teknologi digital pelaut mengalami kesulitan menentukan jarak maupun kecepatan kapal, dimana pada saat itu para pelaut menggunakan cara manual yang kurang efisien saat berada di perairan. Kemudian pada penelitian kontrol kecepatan laju kapal menggunakan sensor *water flow* serta control PID namun masih berbasis mikrokontroler ATmega32. Selanjutnya pada penelitian ini ditulis oleh Budhy Setiawan, Naufal Nurdinasetyo dan Indrazno Siradjuddin dari Politeknik Negeri Malang yang membuat Kontrol Kecepatan Laju Model Kapal Catamaran, 2018. Pada penelitian tersebut membahas *PID controller* adalah mekanisme kontrol *closed loop* menggunakan *feedback* yang *feedbacknya* memodulasi secara kontinu / terus menerus. Kontroler PID menghitung secara terus menerus *error value* sebagai perbedaan antara setpoint yang diharapkan dengan variable proses. Kegunaan PWM pada proses kontrol PID pada penelitian ini yaitu nilai dari sensor *water flow* di jadikan perhitungan dari kontrol kecepatan laju kapal.

Berdasarkan penelitian di atas maka pada penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan kapal boats, pada sistem kontrol kecepatan laju kapal boats tersebut menggunakan PID controller serta terdapat tiga kecepatan referensi yang bisa di pergunakan oleh user. Diharapkan dengan pengembangan hasil penelitian tersebut sistem yang dibuat secara sistematis dengan menggunakan system pengolahan data dengan menggunakan modul mikrokontroler arduino uno serta menggunakan PID controller yang dimana hasil dari laju kapal akan mencapai kecepatan secara konstan dan kecepatan yang stabil.

2. Metode penelitian

Perancangan sistem robot dimulai dengan merancang diagram alir yang menunjukkan alur dari penerimaan / *input* data, dilanjutkan dengan pemrosesan data hingga hasil keluaran/*output* data yang telah diproses.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Sistem

Berdasarkan Gambar 1. Menjelaskan alur bagaimana sistem tersebut bekerja, yang pertama yaitu menentukan nilai *setpoint* kecepatan laju kapal selanjutnya terdapat sensor

water flow yang menjadi sensor utama yang berfungsi sebagai sensor pembaca kecepatan laju pada kapal kemudian nilai keluaran dari sensor akan di konversi menjadi satuan yang sama dengan satuan *setpoint*. Keluaran sensor merupakan sinyal umpan balik (*feedback*) yang akan dikurangkan dengan *setpoint* menghasilkan nilai *error*. Nilai *error* di dapat dari keluaran sensor yang dikurangkan dengan nilai *setpoint*, Setelah didapat nilai *error* maka pengendalian sistem akan menggunakan *PID controller*.

PID controller merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik (*feedback*) dan pada sistem tersebut. Kontroler *PID* secara kontinu akan menghitung nilai *error* sebagai pembeda dengan nilai set point. Kemudian kontrol sistem sendiri berfungsi sebagai proses pengaturan atau pengendali hardware untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur dari suatu sistem.

Laju kapal juga di pengaruhi oleh *driver* motor yang berfungsi untuk mengatur kecepatan motor nantinya, pengaturan kecepatan pada motor menggunakan teknik *PWM (Pulse Width Modulation)* dari sinyal pulsa yang dihasilkan sehingga *duty cycle* akan mengatur kecepatan pada motor nantinya. Kecepatan motor akan berfungsi sebagai penggerak pada baling- baling kapal (*propeller*), baling – baling akan bergerak yang di pengaruhi oleh kecepatan pada motor yang nantinya akan mendorong laju pada kapal.

2.1 Penentuan Nilai Tegangan Switch Motor

Parameter pertama yang ditentukan adalah parameter pengujian tegangan switch motor yang digunakan, dengan data yang di dapatkan dari masing-masing *switch* yang dapat disajikan pada tabel1.

Table 1. Nilai Tegangan *Switch* Motor

PERCOBAAN	SWITCH 1	SWITCH 2	SWITCH 3
1.	2.561 V	3.827 V	5.15 V
2.	2.556 V	3.821 V	5.14 V
3.	2.556 V	3.820 V	5.14 V
4.	2.556 V	3.819 V	5.14 V
5.	2.554 V	3.818 V	5.14 V
Rata-Rata	2.557 V	3.821 V	5.14 V

Tabel 1 menyajikan nilai tegangan *switch* motor menggunakan tegangan dari *power supply* 5V untuk mengetahui hasil nilai tegangan dari setiap *switch* nya.

2.2 Penentuan Nilai Sensor Kecepatan Laju Kapal

Pada penelitian kali ini, perancangan sensor kecepatan laju kapal menggunakan sensor *water flow*. Sensor tipe ini memiliki rotor dan *transducer hall-effect* didalamnya untuk mendeteksi putaran rotor ketika *fluida* melewatinya. Putaran tersebut akan

menghasilkan pulsa digital yang banyaknya sebanding dengan banyaknya fluida yang mengalir melewatinya.

Pengujian sensor ini dilakukan pada aliran air, tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan jumlah debit air dalam satuan liter / menit untuk membaca kecepatan laju pada kapal sesuai debit aliran air yang terbaca pada sensor. Pengujian sensor ini diambil sesuai tegangan switch pada motor yang akan digunakan pada penelitian ini dan ada tiga switch yang akan di pakai dalam percobaan ini. Berikut hasil data pengujian sensor yang disajikan pada tabel 2, 3 dan 4.

Table 2. Data Percobaan Sensor dengan Nilai Tegangan Switch Motor 2,667 V

NO	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10
1	232	256	248	246	224	189	184	246	224	280
2	264	264	272	256	264	256	264	256	304	296
3	264	256	272	272	264	264	256	264	296	296
4	256	256	264	248	256	256	256	256	296	296
5	256	256	264	256	256	256	256	256	296	280
6	256	256	264	248	256	256	256	256	296	288
7	248	248	256	256	248	256	256	256	296	280
8	256	248	256	256	256	256	256	256	296	288
9	256	248	248	256	256	248	256	256	288	280
10	264	256	264	248	256	264	264	248	288	288
Rata-Rata	255.2	254.4	260.8	254.2	253.6	250.1	250.4	255,0	288,0	287.2

Tabel 2. Data Percobaan Sensor Dengan Nilai Tegangan Switch Motor 2,557 V

Tabel2. Data Percobaan Sensor Dengan Nilai Tegangan Switch Motor 2,557 V

NO	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10
1	232	256	248	246	224	189	184	246	224	280
2	264	264	272	256	264	256	264	256	304	296
3	264	256	272	272	264	264	256	264	296	296
4	256	256	264	248	256	256	256	256	296	296
5	256	256	264	256	256	256	256	256	296	280
6	256	256	264	248	256	256	256	256	296	288

7	248	248	256	256	248	256	256	256	296	280
8	256	248	256	256	256	256	256	256	296	288
9	256	248	248	256	256	248	256	256	288	280
10	264	256	264	248	256	264	264	248	288	288
Rata - Rata	255.2	254.4	260.8	254.2	253.6	250.1	250.4	255	288	287.2

Dari data percobaan *switch* satu untuk sensor *water flow* dengan nilai tegangan motor 2,557 V dari percobaan ke satu hingga percobaan ke sepuluh bisa diambil rata – rata yaitu dengan nilai rata – rata 260,89 L / Menit.

Tabel3. Data Percobaan Sensor Dengan Nilai Tegangan Switch Motor 3,821 V

NO	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10
1	304	390	408	398	396	364	384	492	440	384
2	456	392	408	408	424	432	488	512	512	432
3	432	408	416	432	432	432	560	496	456	448
4	392	400	416	424	432	416	552	464	520	448
5	432	400	432	432	424	416	560	544	544	448
6	464	416	432	432	440	432	560	544	544	456
7	464	416	432	432	440	432	560	544	552	456
8	488	408	432	424	432	432	560	528	520	456
9	456	424	440	440	448	432	560	504	608	448
10	512	432	432	432	440	440	560	608	624	456
Rata - Rata	440	408.6	424.8	425.4	430.8	422.8	534.4	523.6	532	443.2

Dari data percobaan *switch* dua untuk sensor *water flow* dengan nilai tegangan motor 3,821 V dari percobaan ke satu hingga percobaan ke sepuluh bisa diambil rata – rata yaitu dengan nilai rata – rata 458,56 L / Menit.

Tabel4. Data Percobaan Sensor Dengan Nilai Tegangan Switch Motor 5,14 V

NO	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10
1	902	820	876	836	876	804	880	736	760	832
2	904	880	880	896	928	848	904	912	912	856
3	920	912	936	960	960	936	968	960	952	944

4	928	928	968	968	960	960	968	952	960	960
5	928	928	976	968	968	968	976	968	960	960
6	936	928	976	976	968	968	976	960	960	960
7	928	928	976	968	968	976	976	968	968	968
8	936	928	976	976	968	984	976	960	968	968
9	928	936	976	976	968	976	968	968	968	968
10	936	936	976	968	968	984	976	968	968	960
Rata - Rata	924.6	912.4	951.6	949.2	953.2	940.4	956.8	935.2	937.6	937.6

Dari data percobaan *switch* tiga untuk sensor *water flow* dengan nilai tegangan motor 5,14V dari percobaan ke satu hingga percobaan ke sepuluh bisa diambil rata – rata yaitu dengan nilai rata – rata 939,86 L / Menit.

3. Hasil dan Analisis

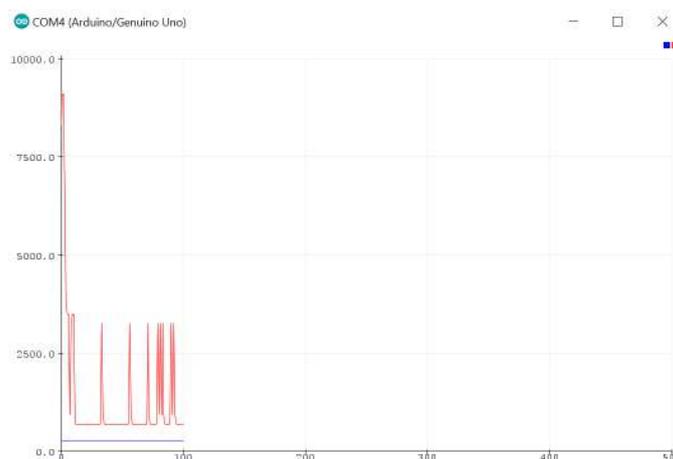
Pada bagian ini akan dijelaskan hasil dari penelitian yang dilakukan yang terdiri dari pengujian *PID controller* untuk mendapatkan hasil kecepatan secara konstan, stabil dan aman.

3.1. Pengujian PID Controller

Pada pengujian *PID controller* dilakukan dengan metode *trial and error*, terdapat tiga kecepatan *setpoint* dalam sistem kontrol kecepatan laju kapal *boats* ini yang masing – masing kecepatan terdapat tiga pengambilan data. Dalam pencarian nilai konstanta *PID* ini dilakukan dengan cara *trial and error* berikut adalah penyajian tiga kecepatan dari gambar grafik hasil pengamatan sensor *water flow* dan *Intex Trolling motor boats* menggunakan kontrol *PID*.

- *Switch* Satu / Kecepatan Pelan

Pada percobaan kontrol *PID* kecepatan satu atau kecepatan pelan peneliti melakukan pengambilan data sebanyak tiga kali percobaan dengan nilai *kP*, *kI*, *kD* yang berbeda – beda untuk mengetahui hasil yang mendekati *setpoint*.



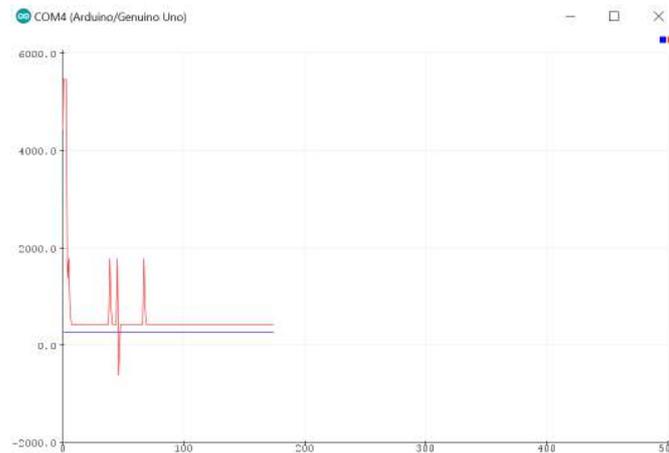
Gambar 2. Grafik Analisa Sensor Water Flow dan Motor Boats dengan nilai $kP=15$, $kI=10$, $kD=7$

Keterangan:

: Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 2 percobaan satu menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $k_P=15$, $k_I=10$ dan $k_D=7$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 260 nilai dari hasil rata – rata percobaan data tabel 2 dan nilai debit air sensor *water flow* berfungsi sebagai *feedback* dari pergerakan hasil perhitungan PID. Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat masih belum memberikan hasil yang bagus.



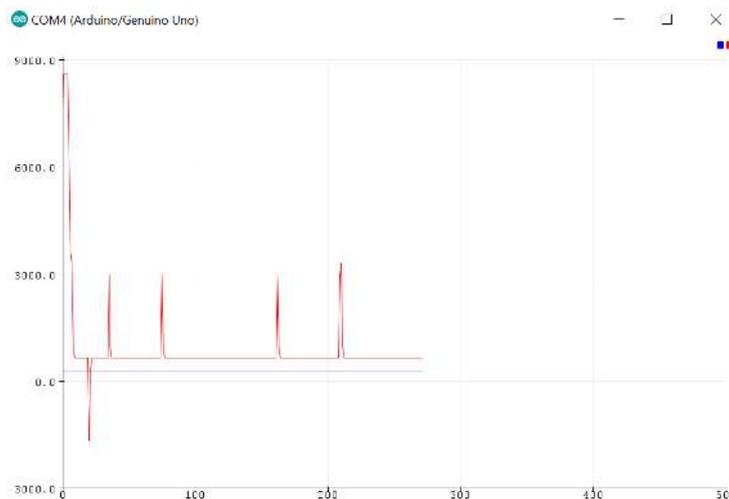
Gambar 3. Grafik Analisa Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats* dengan nilai $k_P=7$, $k_I=7$, $k_D=3$

Keterangan:

■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 3 percobaan dua menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $k_P=7$, $k_I=7$ dan $k_D=3$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 260 nilai dari hasil rata – rata percobaan data tabel 2 dan nilai debit air sensor Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat sudah memberikan hasil yang bagus.



Gambar 4. Grafik Analisa Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats* dengan nilai $k_P=15$, $k_I=9$, $k_D=5$

Keterangan:

■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 4 percobaan tiga menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $k_P=15$, $k_I=9$ dan $k_D=5$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 260 nilai dari hasil rata – rata percobaan data tabel 2 dan nilai debit air sensor *water flow* berfungsi sebagai *feedback* dari pergerakan hasil perhitungan PID. Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat masih belum memberikan hasil yang bagus dan hasil Analisa tersebut dapat disimpulkan penyajian pada tabel 5.

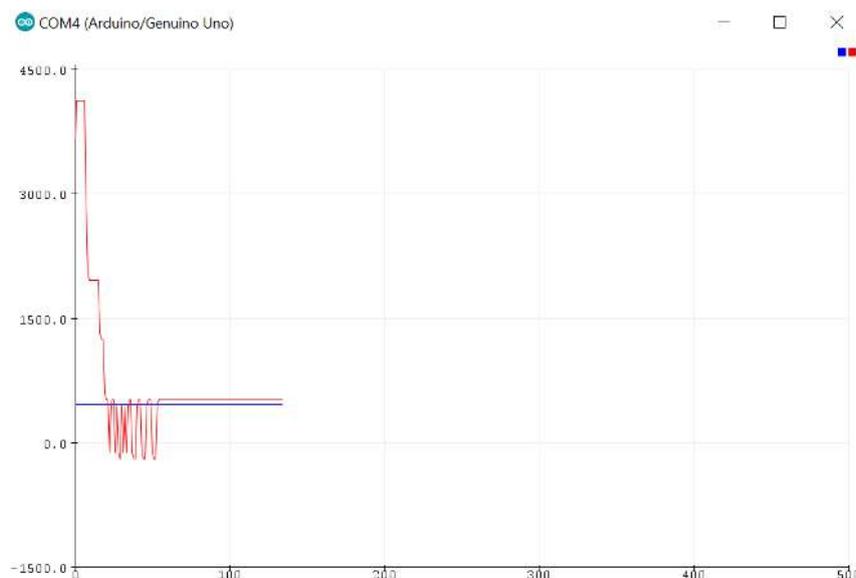
Tabel 5 Data Analisa *Trial and Error* Dalam Mencari Nilai PID Pada Kecepatan Satu

Percobaan	k_P	k_I	k_D	Keterangan
1.	15	10	7	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Buruk”, tidak sesuai dengan <i>setpoint</i>
2.	7	7	3	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Bagus”, cenderung mencapai <i>setpoint</i> yang ditentukan
3.	15	9	5	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Buruk”, tidak sesuai dengan <i>setpoint</i>

Dari hasil percobaan dalam mencari nilai parameter PID dengan cara *trial and error*, ditarik kesimpulan bahwa nilai PID cukup bagus dari tiga percobaan adalah dengan nilai $k_P=7$, $k_I=7$ dan $k_D=3$ pada gambar 3 dikarenakan gambar grafik dari gambar tersebut cenderung banyak mencapai nilai *setpoint* yang diinginkan. Sedangkan nilai PID selain nilai percobaan yang pertama dan yang ketiga menghasilkan grafik yang buruk atau pergerakan nilai sensor masih belum bisa halus sesuai dengan nilai *setpoint*.

- *Switch* Dua / Kecepatan Sedang

Pada percobaan kontrol PID kecepatan dua atau kecepatan sedang peneliti melakukan pengambilan data sebanyak tiga kali percobaan dengan nilai k_P , k_I , k_D yang berbeda – beda untuk mengetahui hasil yang mendekati *setpoint*.



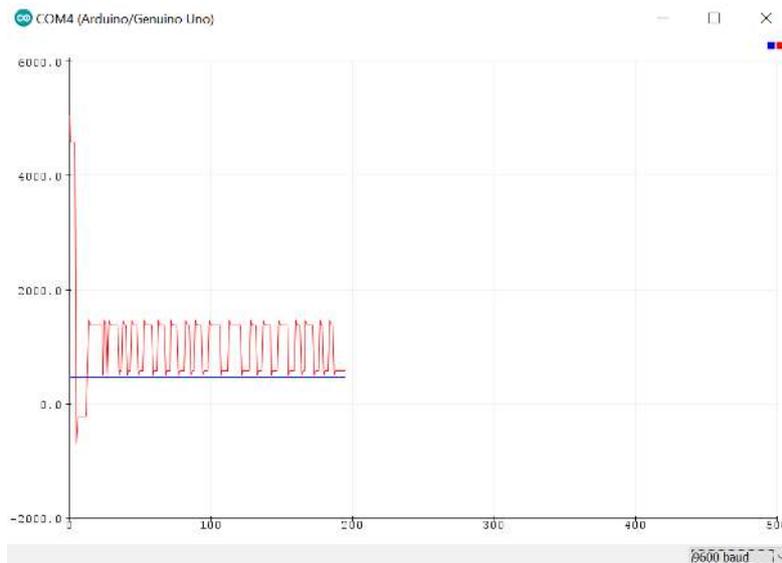
Gambar 5. Grafik Analisa Sensor Water Flow dan Motor Boats dengan nilai $k_P=5$, $k_I=2$, $k_D=1$

Keterangan:

: Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 5 percobaan satu menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $kP=5$, $kI=2$ dan $kD=1$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 458 nilai dari hasil rata – rata percobaan data tabel 3 dan nilai debit air sensor *water flow* berfungsi sebagai *feedback* dari pergerakan hasil perhitungan PID. Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat sudah memberikan hasil yang bagus.



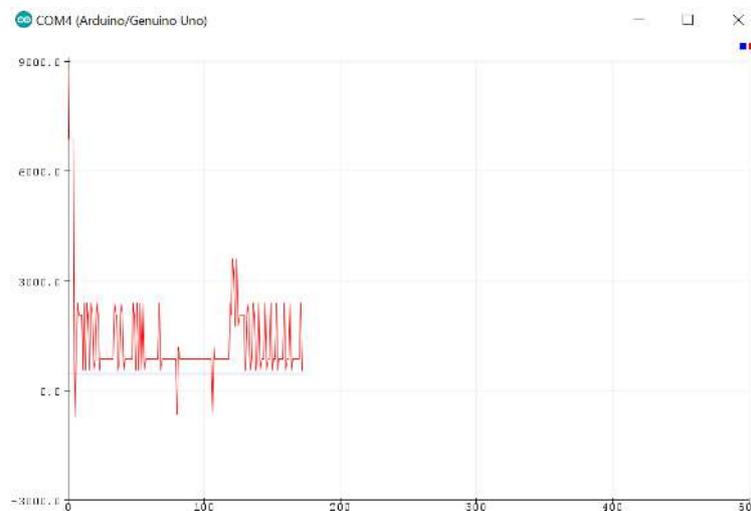
Gambar 6. Grafik Analisa Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats* dengan nilai $kP=8$, $kI=1$, $kD=2$

Keterangan:

■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 6 percobaan dua menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $kP=8$, $kI=1$ dan $kD=2$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 458 nilai dari hasil rata – rata percobaan data pada tabel 3 serta nilai debit air sensor *water flow* berfungsi sebagai *feedback* dari pergerakan hasil perhitungan PID. Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat masih belum memberikan hasil yang bagus.



Gambar 7. Grafik Analisa Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats* dengan nilai $kP=5$, $kI=5$, $kD=9$

Keterangan:

■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 7 percobaan tiga menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $kP=5$, $kI=5$ dan $kD=9$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 458 nilai dari hasil rata – rata percobaan data pada tabel 3 serta nilai debit air sensor *water flow* berfungsi sebagai *feedback* dari pergerakan hasil perhitungan PID. Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat masih belum memberikan hasil yang bagus dan hasil Analisa tersebut dapat disimpulkan penyajian pada tabel 6.

Tabel 6 Data Analisa *Trial and Error* Dalam Mencari Nilai PID Pada Kecepatan Dua

Percobaan	kP	kI	kD	Keterangan
1.	5	2	1	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Bagus”, cenderung mencapai <i>setpoint</i> yang ditentukan
2.	8	1	2	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Buruk”, tidak sesuai dengan <i>setpoint</i>
3.	5	5	9	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Buruk”, tidak sesuai dengan <i>setpoint</i>

Dari hasil percobaan dalam mencari nilai parameter PID dengan *cara trial and error*, ditarik kesimpulan bahwa nilai PID cukup bagus dari tiga percobaan adalah dengan nilai $kP=5$, $kI=2$ dan $kD=1$ pada gambar 5 dikarenakan gambar grafik dari gambar tersebut cenderung banyak mencapai nilai *setpoint* yang diinginkan. Sedangkan nilai PID selain nilai percobaan yang kedua dan yang ketiga menghasilkan grafik yang buruk atau pergerakan nilai sensor masih belum bisa halus sesuai dengan nilai *setpoint*.

- *Switch* Tiga / Kecepatan Cepat

Pada percobaan kontrol PID kecepatan dua atau kecepatan sedang peneliti melakukan pengambilan data sebanyak tiga kali percobaan dengan nilai kP , kI , kD yang berbeda – beda untuk mengetahui hasil yang mendekati *setpoint*.



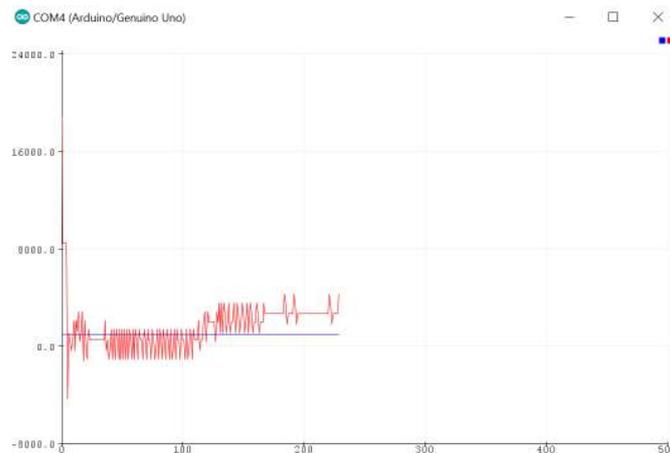
Gambar 8. Grafik Analisa Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats* dengan nilai $kP=7$, $kI=10$, $kD=13$

Keterangan:

■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 8 percobaan satu menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $kP=7$, $kI=10$ dan $kD=13$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 939 nilai dari hasil rata – rata percobaan data pada tabel 4 serta nilai debit air sensor *water flow* berfungsi sebagai *feedback* dari pergerakan hasil perhitungan PID. Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat masih belum memberikan hasil yang bagus.



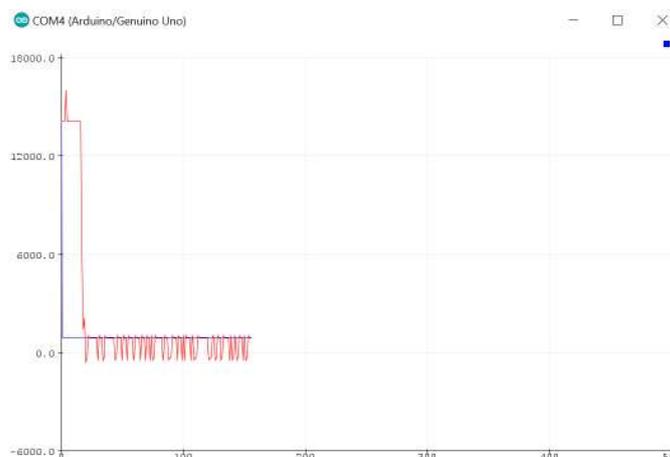
Gambar 9. Grafik Analisa Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats* dengan nilai $kP=5$, $kI=2$, $kD=13$

Keterangan:

■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 9 percobaan dua menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $kP=5$, $kI=2$ dan $kD=13$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 939 nilai dari hasil rata – rata percobaan data pada tabel 4 serta nilai debit air sensor *water flow* berfungsi sebagai *feedback* dari pergerakan hasil perhitungan PID. Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat masih belum memberikan hasil yang bagus.



Gambar 10 Grafik Analisa Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats* dengan nilai $kP=9$, $kI=3$, $kD=5$

Keterangan:

: Setpoint

 : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 10 percobaan tiga menjelaskan tentang hasil grafik mencari nilai PID secara *trial and error* dengan nilai $kP=9$, $kI=3$ dan $kD=5$. Grafik diatas menggunakan nilai *setpoint* 939 nilai dari hasil rata – rata percobaan data pada tabel 4 serta nilai debit air sensor *water flow* berfungsi sebagai *feedback* dari pergerakan hasil perhitungan PID. Dari hasil pengamatan tersebut nilai konstanta PID yang didapat sudah memberikan hasil yang bagus dan hasil Analisa tersebut dapat disimpulkan penyajian pada tabel 6.

Tabel 6 Data Analisa *Trial and Error* Dalam Mencari Nilai PID Pada Kecepatan Dua

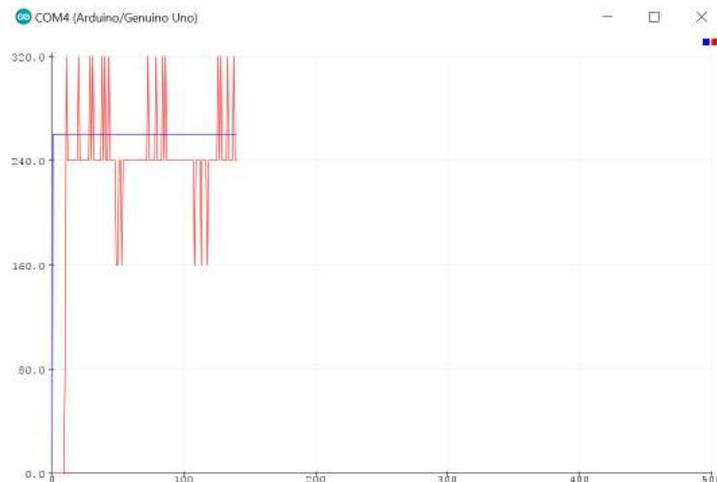
Percobaan	kP	kI	kD	Keterangan
1.	7	10	13	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Buruk”, tidak sesuai dengan <i>setpoint</i> .
2.	5	2	13	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Buruk”, tidak sesuai dengan <i>setpoint</i> .
3.	9	3	5	<i>Feedback</i> yang berikan oleh sistem “Bagus”, cenderung mencapai <i>setpoint</i> yang ditentukan

Dari hasil percobaan dalam mencari nilai parameter PID dengan cara *trial and error*, ditarik kesimpulan bahwa nilai PID cukup bagus dari tiga percobaan adalah dengan nilai $kP=9$, $kI=3$ dan $kD=5$ pada gambar 10 dikarenakan gambar grafik dari gambar tersebut cenderung banyak mencapai nilai *setpoint* yang diinginkan. Sedangkan nilai PID selain nilai percobaan yang pertama dan yang kedua menghasilkan grafik yang buruk atau pergerakan nilai sensor masih belum bisa halus sesuai dengan nilai *setpoint*.

3.2. Pengujian Tanpa PID Controller

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari sistem kontrol kecepatan laju kapal boats tanpa menggunakan metode PID controller untuk masing – masing kecepatan, terdapat tiga kecepatan *setpoint* dalam sistem tersebut. Berikut adalah gambar grafik hasil pengamatan dari sensor *water flow* dan motor boats tanpa menggunakan metode kontrol PID.

- *Switch* Satu / Kecepatan Pelan

Gambar 11 Grafik Analisa *Switch* Satu Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats*

Keterangan:

■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 11 menjelaskan tentang hasil grafik analisa sensor *water flow* dan motor *boats* menggunakan nilai *setpoint* 260 nilai dari hasil rata – rata percobaan data tabel 2 tanpa menggunakan metode *PID controller*, hasil grafik menunjukkan pergerakan nilai debit air masih belum memberikan hasil yang bagus atau bisa dikatakan jauh dari nilai *setpoint*. Dari hasil pengamatan tersebut percobaan dengan menggunakan metode *PID controller* lebih bagus dikarenakan nilai debit air bisa mendekati nilai dari *setpoint*.

- *Switch* Dua / Kecepatan Sedang

Gambar 12 Grafik Analisa *Switch* Dua Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats*

Keterangan:

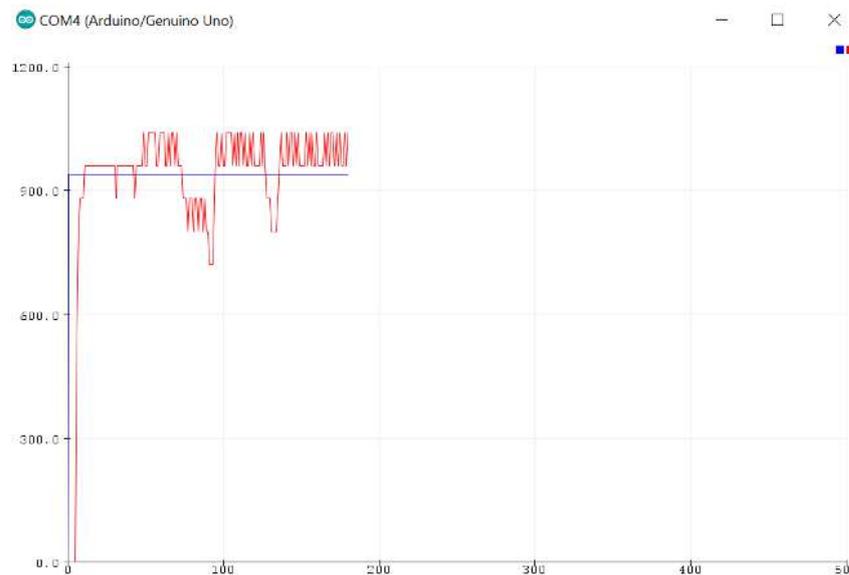
■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 12 menjelaskan tentang hasil grafik analisa sensor *water flow* dan motor *boats* menggunakan nilai *setpoint* 458 nilai dari hasil rata – rata percobaan data tabel 3 tanpa

menggunakan metode PID *controller*, hasil grafik menunjukkan pergerakan nilai debit air masih belum memberikan hasil yang bagus atau bisa dikatakan jauh dari nilai *setpoint*. Dari hasil pengamatan tersebut percobaan dengan menggunakan metode PID *controller* lebih bagus dikarenakan nilai debit air bisa mendekati nilai dari *setpoint*.

- Switch Tiga / Kecepatan Cepat



Gambar 13 Grafik Analisa Switch Dua Sensor *Water Flow* dan Motor *Boats*

Keterangan:

■ : Setpoint

■ : Nilai debit air / feedback Sensor *Water Flow*

Gambar 13 menjelaskan tentang hasil grafik analisa sensor *water flow* dan motor *boats* menggunakan nilai *setpoint* 939 nilai dari hasil rata – rata percobaan data tabel 4 tanpa menggunakan metode PID *controller*, hasil grafik menunjukkan pergerakan nilai debit air masih belum memberikan hasil yang bagus atau bisa dikatakan jauh dari nilai *setpoint*. Dari hasil pengamatan tersebut percobaan dengan menggunakan metode PID *controller* lebih bagus dikarenakan nilai debit air bisa mendekati nilai dari *setpoint*.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil dan analisa yang didapatkan dan dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sistem PID *controller* yang digunakan pada kontrol kecepatan laju kapal *boats* telah berhasil mendekati nilai dari *setpoint*, tetapi masih diperlukannya penelitian lebih lanjut agar sistem kontrol kecepatan dan area lintasan pada kapal *boats* benar – benar dapat menghasilkan hasil yang lebih tepat dengan metode yang digunakan.

Pengakuan dan Penghargaan

Penelitian ini didukung oleh Laboratorium Elektronika, Teknik Elektro, Universitas Hang Tuah Surabaya dan ucapan terimakasih kepada Prodi Teknik Elektro untuk memberikan fasilitas dalam melakukan penelitian ini.

References

- [1] Adibatul, A. *Sistem Tekanan Mekanik Berbasis Mikrokontroler AT-Mega 16 Untuk Pembuat Kerupuk Pelompong Guna Menunjang Produksi Home Industry Barokah di Tuban Jawa Timur* 2017 [Skripsi]. Yogyakarta, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [2] Ahmad, M., Gatut, R., Haris, M. *Studi Prototipe Pengaruh Sudut Kemiringan Poros Baling-Baling Terhadap Daya Dorong Kapal Laut* 2017. E-Journal Universitas PGRI Banyuwangi.
- [3] Arif, A., Soeharwinto. *Perancangan Sistem Informasi Debit Air Berbasis Arduino Uno* 2015. E-Journal Vol.13 No.36 Universitas Sumatra Utara.
- [4] Budhy, S., Naufal, N., Indrazno, S. *Kontrol Kecepatan Laju Model Kapal Catamaran* 2018. Jurnal ELTEK, Vol 16 No 02 Politeknik Negeri Malang.
- [5] Fauzan, F. *Desain Kendali PID Dengan Metoda Ziegler-Nichols DAN Cohen Coon Menggunakan Matlab dan Arduino Pada Plant Level Air* 2015. Bandung, Politeknik Negeri Bandung.
- [6] Lucky, A.W., Sardono, S., Badrus Z. *Analisis Human Error terhadap Kecelakaan Kapal pada Sistem Kelistrikan berbasis Data di Kapal* 2015. Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No. 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Muhammad, S., Urip, M. *Desain Sensor untuk Mengukur Kecepatan Kapal Berbasis Mikrokontroler* 2017. Seminar MASTER 2017 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
- [8] Satrio, A.N., I Ketut, D.S., I Nyoman, K.W. *Penerapan Mikrokontroler Sebagai Sistem Kendali Perangkat Listrik Berbasis Android* 2015. Eksplora Informatika Vol. 4, No. 2 Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Bali.
- [9] Zippo, B.St., Eko, S.H., Good, R. *Pengaruh Sudut Masuk Pada Kapal Perintis 750 Dwt Terhadap Resistance Kapal Dengan Penambahan Anti-Slamming Bulbous Bow Tipe Delta (Δ - Type)* 2018. E-Journal Teknik Perkapalan - Vol. 6, No. 1 Universitas Diponegoro.



Eka Rizki Anugrah dilahirkan di Surabaya, 11 Mei 1998. Pada tahun 2016 diterima di Jurusan Teknik Elektro – Universitas Hang Tuah Surabaya dan sedang menempuh pendidikan sarjana. Sekarang penulis tercatat mahasiswa aktif dan mengambil bidang konsentrasi elektronika, penelitian yang dilakukan dengan judul “Kontrol Kecepatan Laju Kapal *Boats* Menggunakan Metode PID Controller”.

Alamat Email: ekarizki05@gmail.com



Suryadhi dilahirkan di Banjarmasin, 12 September 1971. Pada tahun 1990 diterima di Jurusan Teknik Elektro – Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya dan menyelesaikan studi tahap sarjana pada tahun 1995. Setelah menyelesaikan studi di tahap sarjana, pada tahun 2001 penulis meneruskan pendidikan di Program Magister Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Sekarang penulis tercatat sebagai Lektor Universitas Hang Tuah Surabaya dan sebagai dosen pengajar di Program Studi Teknik Elektro Universitas Hang Tuah Surabaya. Bidang keahlian penulis di Sistem Kontrol, Instrumentasi, Elektronika, Teknologi Informasi, Mekatronika. Alamat Email: suryadhi@hangtuah.ac.id



Joko Subur dilahirkan di Nganjuk, 14 Maret 1982. Pada tahun 2007 diterima di Jurusan Teknik Elektro - Universitas Hang Tuah Surabaya dan menyelesaikan studi tahap sarjana pada tahun 2011. Setelah menyelesaikan studi di tahap sarjana, pada tahun 2013 penulis meneruskan pendidikan di Program Magister Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan memilih bidang keahlian Teknik Elektronika Industri. Sekarang penulis tercatat sebagai dosen pengajar di Program Studi Teknik Elektro Universitas Hang Tuah Surabaya. Bidang keahlian penulis di sistem kontrol *mikrokontroler*, *Image Processing*, Robotika dan Sistem kecerdasan buatan..

Alamat Email: joko.subur@hangtuah.ac.id