

## ANALISIS PID PADA MESIN PENCAMPUR ZAT CAIR

### PID ANALYSIS ON LIQUID MIXING MACHINE

Firdha Affan<sup>1</sup>, Agung Nugroho Jati, ST. MT.<sup>2</sup>, Denny Darlis, S.Si., MT.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

<sup>1</sup>firdhaaffan@gmail.com, <sup>2</sup>agungnj@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

Pengendali PID merupakan salah satu kontrol klasik yang paling banyak digunakan dalam perindustrian untuk melakukan pengontrolan alat-alat industri. Hampir  $\pm 97\%$  industri yang bergerak dibidang proses menggunakan kontrol PID dalam melakukan pengontrolannya [4]. Pada penelitian ini PID diterapkan dan dianalisis performansinya pada mesin pencampur zat cair. Parameter yang digunakan pada mesin pencampur hanya parameter proportional dan derivative, dari 2 parameter tersebut mesin dirancang agar bisa menutup secara perlahan hingga setpoint tercapai. Parameter kontroler didapatkan dengan proses trial and error. Hasil parameter yang diperoleh adalah  $K_p=1.9$  dengan nilai  $K_d=0.1$ . Rata-rata error hasil keluaran terhadap setpoint yang dihasilkan adalah sebesar 15.33% untuk 1 tabung, 23.47% untuk 2 tabung dan 26.52% untuk 3 tabung.

**Kata kunci:** pencampur, zat cair, PID, STM32.

#### Abstract

PID controller is one of classic controller which most widely used in industry for controlling their machine. Almost  $\pm 97\%$  industries that move in processing use PID controller when controlling their machine[4]. In this essay PID is applied and analyzed its performance on liquid mixing machine. Parameter that used on mixing machine were just proportional and derivative, from the two of parameter, machine was designed to be able to close slowly until the setpoint is reached. Controller parameter were obtained with trial and error process. Result for parameter from trial and error process is  $K_p=1.9$  with  $K_d=0.1$ . The average error from output to setpoint that produced from the experiment is 15.33% for 1 tank, 23.47% for 2 tanks, and 26.52% for 3 tanks.

**Keyword :** mixing, liquid, PID, STM32.

#### 1. Pendahuluan

PID controller sejauh ini adalah algoritma kontrol yang paling sering di gunakan, PID bisa di implementasikan dalam berbagai bentuk, sebagai *stand-alone* kontroller atau sebagai bagian dari DDC (Direct Digital Control) package (...) [2]. Beberapa alasan kenapa PID banyak digunakan salah satunya adalah kesederhanaan struktur kontrol, hanya 3 parameter utama yang perlu diatur. Kontrol PID memiliki sejarah yang panjang, PID telah digunakan jauh sebelum era digital berkembang (1930an). Kontrol PID dalam banyak kasus telah terbukti menghasilkan unjuk kerja yang relatif memuaskan baik digunakan sebagai sistem regularor maupun sebagai sistem servo.

Pada awalnya kontrol PID umumnya diimplementasikan dengan menggunakan rangkaian elektronika analog. Bahkan banyak diantaranya direalisasikan dalam komponen mekanis dan pneumatis murni. Seiring

dengan berkembangnya dunia digital (terutama mikroprocessor dan mikrokontroler) maka algoritma kontrol PID dapat direalisasikan kedalam bentuk persamaan PID digital dengan berbagai metode, bisa menggunakan transformasi z, ZOH, bilinear transformation, euler method. Yang jika diimplementasikan hanya berupa sebuah program saja yang ditanamkan kedalam *embedded system* (mikroprocessor atau mikrokontroler).

Sejatinya kendali PID digunakan untuk kestabilan suatu plant, contohnya seperti pada kestabilan kecepatan putaran motor, kestabilan suhu, maupun kelembaban. PID banyak digunakan dalam kasus kestabilan ketinggian air dengan mengatur besar kecil aliran yang keluar [1][3][6][7][9], Dalam penelitian kali ini dibuat agar PID bisa mengatur buka tutup keran yang dirancang agar keran bisa menutup secara perlahan hingga setpoint tercapai. Untuk membuat alat bekerja seperti yang diharapkan, parameter proportional dan derivative saja yang digunakan. Proportional dan derivative disini bekerja sama agar keran dapat membuka dan menutup sesuai dengan setpoint.

Secara garis besar penjelasan tentang kendali PID yang digunakan di jelaskan dibab 2 metodologi, dijelaskan pula mengenai parameter yang dipakai. Pada bab 3 akan dijabarkan tentang hasil percobaan menggunakan kendali PID pada mesin pencampur zat cair, uji coba yang dilakukan adalah dengan membandingkan hasil pengeluaran 1 tabung dengan 2 tabung, sedangkan kesimpulan yang didapat dari penelitian ini di jabarkan pada bab 4 dari jurnal ini.

## 2. Metodologi

### 2.1 Kendali PID

Berikut adalah persamaan umum untuk paramater Kp dan Kd yang digunakan yang masih dalam domain waktu (continuous) yang dapat dilihat pada persamaan 2.1 dan 2.2.

$$u(t) = Kp \ e(t) \quad (2.1)$$

$$u(t) = Kd \ \frac{de(t)}{dt} \quad (2.2)$$

### 2.2 Kendali Digital

Kontroler PID digital merupakan bentuk lain dari controller PID yang diprogram dan dijalankan menggunakan komputer atau mikrokontroler. Pada persamaan 2.1 dan 2.2 merupakan persamaan-persamaan dalam domain waktu continuous (analog). Sedangkan agar persamaan-persamaan tersebut dapat direalisasikan dalam bentuk pemrograman pada komputer atau mikrokontroler, maka persamaan dalam domain waktu continuous tersebut harus didiskretisasi terlebih dahulu (digital) [5].

$$u(k) = Kp \ e(k) \quad (2.3)$$

$$u(k) = Kd \ \frac{e(k) - e(k-1)}{T} \quad (2.4)$$

Dimana : u(k) = output kontroler  
 Kp = nilai Kp  
 Kd = nilai Kd  
 e(k) = error ( setpoint – nilai sensor )  
 e(k-1) = error sebelumnya  
 T = time sampling

Output kontroler tersebut nantinya akan menjadi masukan bagi servo, nilai output tersebut adalah nilai PWM. Kp dan Kd didapatkan dari percobaan *trial and error*. Error didapat dari perhitungan nilai setpoint di kurang nilai yang didapat dari sensor ultrasonik (*present value*), setiap satu kali *looping* error akan diperbaharui dengan *present value* dan yang sebelumnya akan disimpan di error sebelumnya (*last\_error*) [5].

### 3. Hasil Pengujian

Sistem yang dibuat adalah sistem yang mengendalikan bukaan katup dari masing-masing tangki air. PID di sini bertugas untuk memastikan air yang keluar dari masing-masing tangki sesuai dengan keluaran yang diinginkan, sensor ultrasonik di masing-masing tabung bertugas sebagai feedback bila air sudah dikeluarkan sesuai setpoint yang berupa ketinggian air yang didapat dari perhitungan volume, dan katup akan perlahan menutup mengikuti penurunan ketinggian air hingga mencapai setpoint.

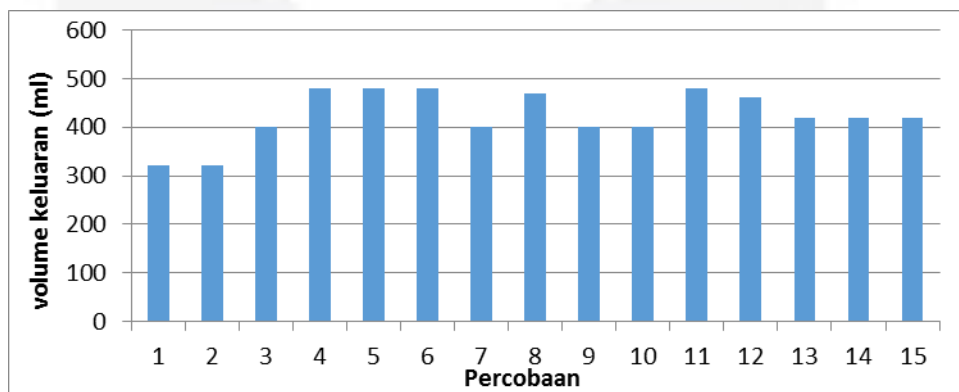
Uji coba implementasi PID pada mesin pencampur air ini, menggunakan tabel 3.1 sebagai target hasil percobaan dan nilai dari parameter yang digunakan adalah  $K_p=1.9$  dan  $K_d=0.1$ .

Tabel 3.1 Tabel Uji Coba

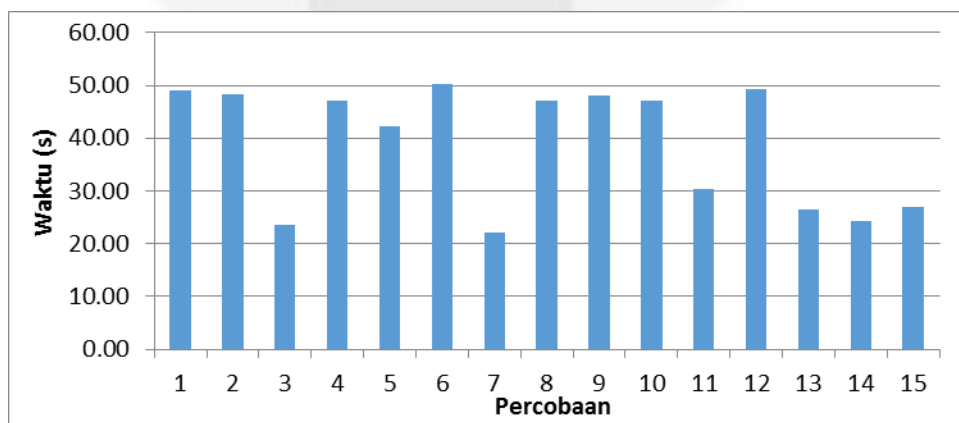
Pengujian	Volume Yang Dikeluarkan	Target	Percobaan
1 Tabung	500	500	15 Kali
2 Tabung	250	500	15 Kali
	250		
3 Tabung	150	450	15 Kali
	150		
	150		

#### 1) Hasil Pengujian 1 tabung dengan PID

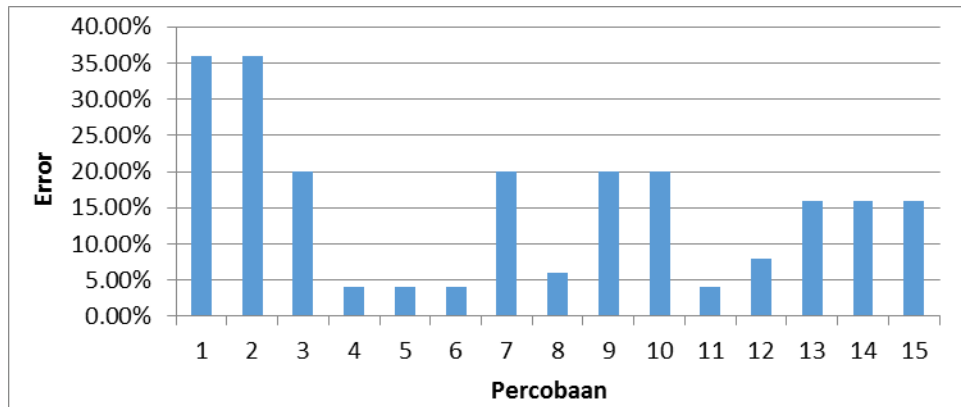
Kondisi awal tabung untuk setiap percobaan selalu sama, setelah dilakukan sekali percobaan air dalam tabung akan diisi ulang kembali. Tinggi awal adalah jarak dari sensor ultrasonik ke permukaan air yaitu 3 cm.



Gambar 3.1 Grafik volume (mililiter) yang dikeluarkan dengan setpoint 500



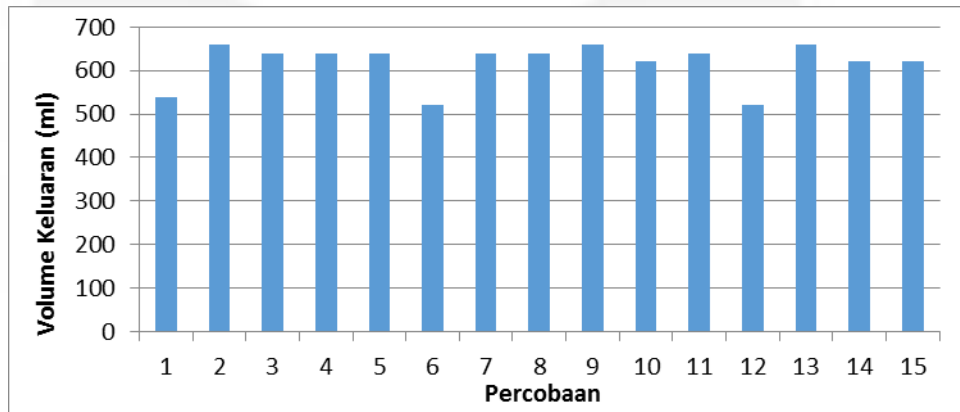
Gambar 3.2 Grafik waktu mulai dari keran membuka sampai menutup



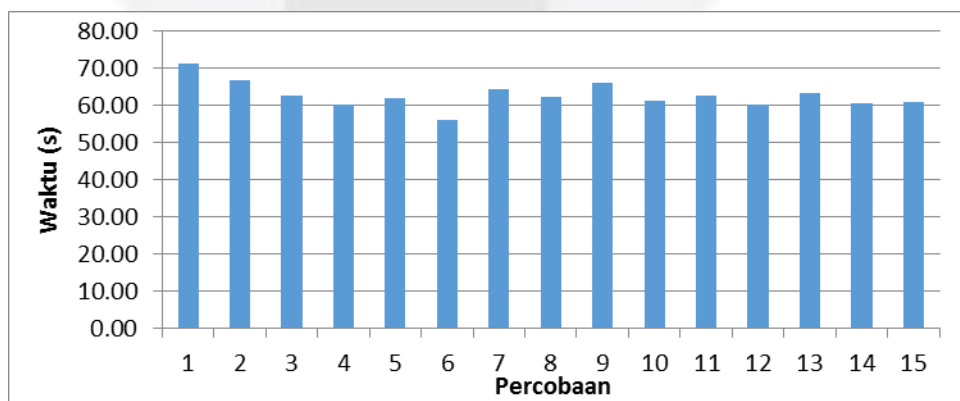
Gambar 3.3 Grafik error dari hasil keluaran terhadap setpoint

Dari 15 kali percobaan menggunakan 1 tabung, tingkat keberhasilannya sangat kecil, tidak ada yang mencapai setpoint, tapi ada 6 kali volume yang dikeluarkan hampir mendekati setpoint dan rata-rata volume keluaran sebesar 423.33 ml serta rata-rata error dari keseluruhan percobaan adalah 15.33%. Waktu dihitung mulai dari keran membuka sampai benar-benar menutup, rata-rata dari waktu yg dibutuhkan dari 15 percobaan adalah 38.82 detik.

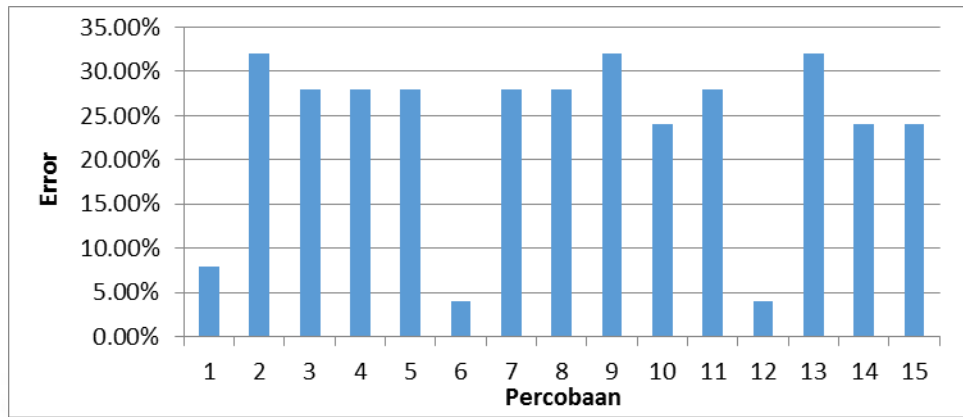
2) Hasil pengujian 2 tabung dengan PID



Gambar 3.4 Grafik volume (mililiter) yang dikeluarkan dengan setpoint akhir 500



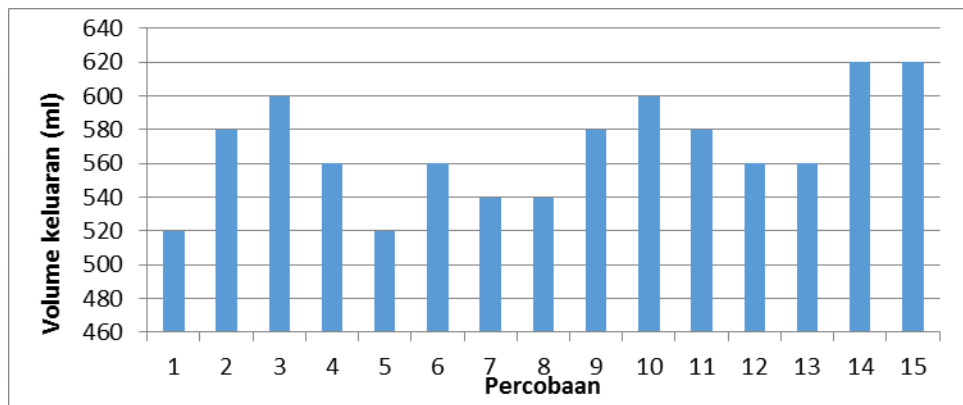
Gambar 3.5 Grafik waktu mulai dari keran membuka sampai keran terakhir menutup



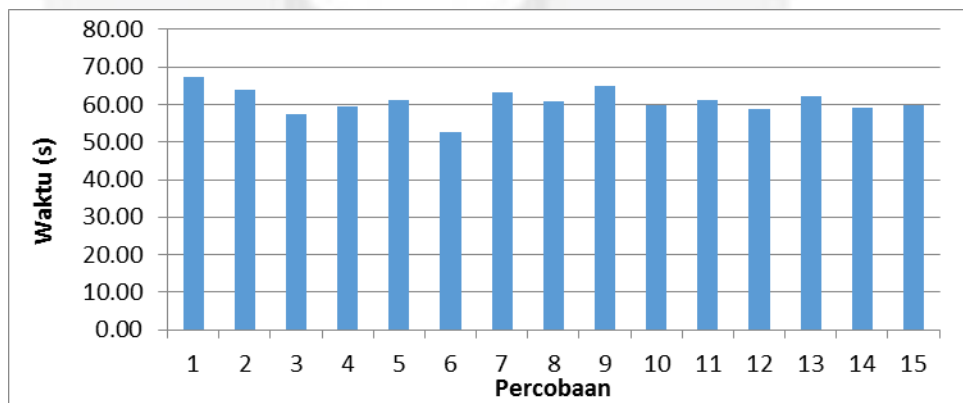
Gambar 3.6 Grafik error dari hasil keluaran terhadap setpoint

Dari 15 kali percobaan menggunakan 2 tabung, dengan setpoint akhir 500ml dan setpoint masing-masing tabung 250ml, tingkat keberhasilannya lebih kecil hanya 3 kali volume yang dikeluarkan yang tidak jauh melebihi setpoint dengan rata-rata volume sebesar 617.33 ml dan rata-rata error dari keseluruhan percobaan meningkat jika dibandingkan dengan 1 tabung yaitu 23.47%. Waktu dihitung mulai dari keran membuka sampai benar-benar menutup, rata-rata dari waktu yg dibutuhkan dari 15 percobaan adalah 23.47 detik.

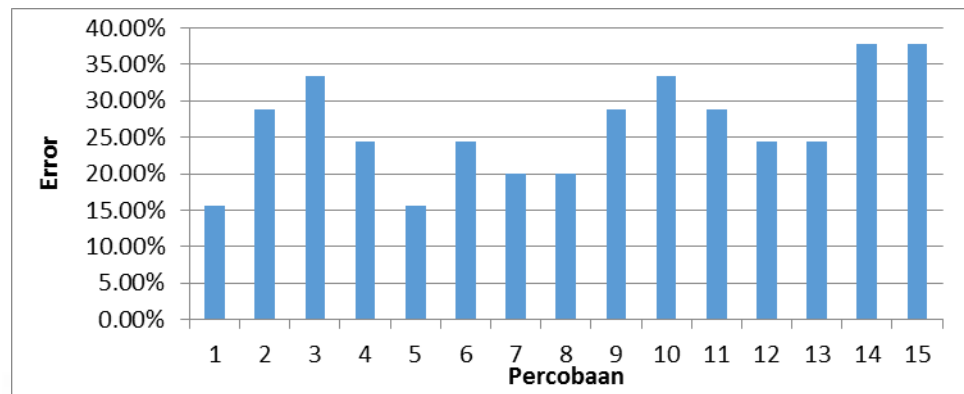
3) Hasil pengujian 3 tabung dengan PID



Gambar 3.7 Grafik volume (mililiter) yang dikeluarkan dengan setpoint akhir 500



Gambar 3.8 Grafik waktu mulai dari keran membuka sampai keran terakhir menutup



Gambar 3.9 Grafik error dari hasil keluaran terhadap setpoint

Dari 15 kali percobaan menggunakan 3 tabung, dengan setpoint akhir 450ml dan setpoint masing-masing tabung 150ml, tidak ada yang benar-benar mendekati setpoint, error terkecil adalah 15.56% dengan volume akhir sebesar 520ml. Rata-rata volume yang dikeluarkan sebesar 569.33 ml dan rata-rata error dari keseluruhan percobaan meningkat jika dibandingkan dengan 2 tabung yaitu 26.52%. Waktu dihitung mulai dari keran membuka sampai benar-benar menutup, rata-rata dari waktu yg dibutuhkan dari 15 percobaan adalah 60.81 detik.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil uji coba untuk proses pencampuran 1 tabung, 2 tabung dan 3 tabung dapat diambil analisa dan kesimpulan bahwa :

1. Dengan metode PID, error yang dihasilkan antara 1 tabung, 2 tabung, dan 3 tabung terjadi peningkatan, dari 15.33% naik ke 23.47% dan terakhir 26.52 % hal ini terjadi karena PID merupakan kendali SISO yang tidak bisa dipakai pada sistem MIMO [6], jika dilihat proses terjadi secara bersamaan tetapi sebenarnya pemrosesan algoritma kendali yang terjadi di proses secara bergantian, ada saat air sebenarnya sudah melewati setpoint tapi belum bisa di proses karena sedang bergantian dengan tanki lainnya.
2. Selain menyebabkan error yang terus bertambah, ketidakmampuan untuk pemrosesan secara bersamaan juga mempengaruhi waktu yang dibutuhkan. Waktu yang dibutuhkan untuk 1 tabung jauh lebih cepat daripada 2 dan 3 tabung.
3. Meskipun masih belum mencapai ataupun melebihi setpoint, tetapi volume yang dikeluarkan cenderung stabil, sebagai contoh pada satu tabung, dua percobaan awal berkisar diangka 320ml dan seterusnya ada di kisaran angka 400-an ml.

#### Daftar Pustaka :

- [1] Abdullah, Muhd Asran bin. 2008. Water Level in Tank Using Level Sensor and PID Controller. Faculty of Electrical & Electronics Engineering. University Malaysia Pahang
- [2] Åström, K. J. e Hägglund, T. ,PID Controllers: Theory, Design and Tuning, 2nd, 1995,pp 59.
- [3] Baladi, Sabri bin. 2005. Water Tank level Control Using PID (Proportional Integral Derivative) Controller. Faculty of Electrical Engineering. Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia.
- [4] Darjat, Syahadi, M., dan Setiawan, I. 2008. Aplikasi Kontrol Proporsional Integral Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535 untuk Pengaturan Suhu pada Alat Pengering Kertas.
- [5] Hartono, N. B., Kemalasari, Sumantri, B., Wijayanto, A. 2013. Pengaturan Posisi Motor Servo DC dengan Metode P, PI, dan PID.
- [6] Kurniawan, Wijaya. 2012. Pengendalian Suhu dan Ketinggian Air pada Boiler Menggunakan Kendali PID dengan Metode Root Locus.
- [7] Maharani, A. S., Sumardi, Setyono, B. 2012. Aplikasi Kontrol PID untuk Pengendalian Ketinggian Level Cairan dengan menggunakan TCP/IP.

- [8] Ogata, Katsuhiko, Teknik Kontrol Automatik Jilid 1, Diterjemahkan Oleh Ir. Edi Leksono, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1996.
- [9] Rodrigues, M. J. M. 2011. PID Control of Water in a tank. Faculty of Engineering and Sustainable Development. University of Gavle.
- [10] Setiawan, Iwan. 2008. Kontrol PID untuk Proses Industri. Elex Media Komputindo

