

PENERAPAN METODE KONTROL PID PADA MODUL PRAKTEK PENGATURAN LEVEL AIR BERBASIS LABVIEW

Muh. Chaerur Rijal¹⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study intends to implement a PID controller for the process of adjusting the water level in a tank that is integrated with a LabVIEW-based level monitoring application. The results of this study are expected to be able to assist students in learning the practice of regulatory systems. The research process starts from taking sensor data, making hardware and software as well as testing the complete system. The result has been implemented a PID controller for water level regulation that is equipped with a visual water level monitoring display with a maximum error gain of 0.1 from the actual level. Where for the optimal PID controller is obtained at a gain value of $K_p = 15$, $K_i = 0,5$ and $K_d = 0.15$. It is proven that the PID controller is better able to maintain the water level around the desired reference level (set point = 7 cm) with a maximum steady state error of 0.2 cm from the set point, compared to the ON-OFF controller previously applied.

Keywords: *Level control, PID, LabVIEW, Monitoring software*

1. PENDAHULUAN

Instrumen merupakan alat yang berfungsi sebagai pemantau serta mengukur variabel fisik, sedangkan instrumentasi digambarkan sebagai seni dan ilmu pengetahuan dalam penerapan alat ukur dan sistem pengendalian pada suatu obyek dengan tujuan untuk mengetahui harga numerik variable suatu besaran proses dan juga untuk tujuan mengendalikan besaran proses supaya berada dalam batas daerah tertentu atau pada nilai besaran yang diinginkan (set point) [1]. Operasi di dalam dunia industri proses sangat bergantung pada pengukuran dan pengendalian besaran proses. Beberapa besaran proses yang harus diukur dan dikendalikan pada suatu industri proses, misalnya aliran (*flow*) di dalam pipa, tekanan (*pressure*) didalam sebuah vessel, suhu (*temperature*) di unit heat exchange, serta tinggi permukaan (*level*) zat cair di sebuah tangki. Kompetensi dibidang instrumentasi dan proses kontrol ini sangat diperlukan bagi mahasiswa vokasi untuk dapat bersaing di dunia kerja dimana saat ini dunia industri telah berkembang ke arah era industri 4.0 yang ditandai dengan penggunaan teknologi digital dan internet dalam proses kontrol industri.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatur level ketinggian air pada suatu tangki, seperti pada [2] dan [3].

Hal ini menjadi alasan perlu adanya modul praktek yang dapat dipakai sebagai sarana pembelajaran praktek untuk mensimulasikan bagaimana instrumentasi dan proses kontrol yang terjadi di industri/lapangan. Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang suatu aplikasi virtual instrumentasi dengan implementasi kontrol PID sehingga dapat digunakan untuk mengatur level ketinggian air pada sebuah tangki dan memonitor prosesnya.
2. Bagaimana pengaruh nilai K_p , K_i dan K_d pada kontroler PID dalam proses pengaturan level ketinggian air pada tangki.
3. Bagaimana unjuk kerja kontroler PID untuk pengaturan level air dibandingkan dengan metode kontrol ON-OFF sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

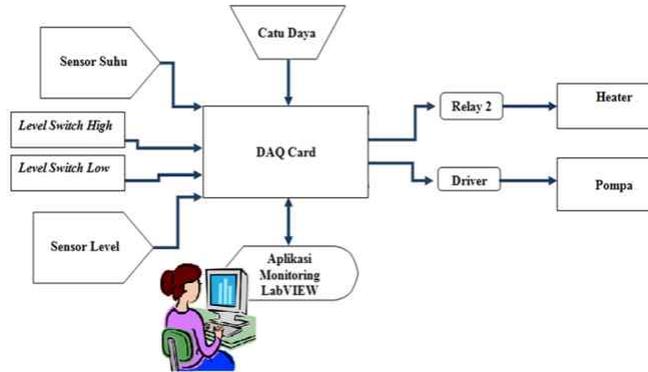
Objek penelitian ini adalah plant IPA-1 buatan Lucas Nulle, dimana *plant* ini akan dikembangkan dengan menambahkan aplikasi monitoring yang dilengkapi dengan kontroler PID. Proses perancangan dimulai dengan perancangan *hardware* antarmuka diikuti dengan perancangan *software* aplikasi monitoring dan kontroler metode PID.

A. Perancangan Hardware

Alat yang akan dibuat, terdiri dari tiga unit yaitu : power supply, rangkaian antar muka sensor-sensor, kartu akuisisi data (DAQ Card) dan dan rangkaian driver/antar muka output. Power supply untuk memberikan

¹⁾Korespondensi penulis: Muh.Chaerur Rijal, Telp 081355252919, ibe.chaerur@gmail.com

tegangan bagi semua unit, sensor berfungsi untuk mendeteksi kondisi tangki air berupa ketinggian air dimana nilainya akan dikirimkan ke aplikasi komputer melalui kartu data akusisi USB-6001 buatan National Instrument. Pada rangkaian sensor ini, keluarannya masih berupa sinyal analog sehingga perlu diubah ke digital oleh DAQ Card sehingga dapat diproses secara digital oleh *software* aplikasi di komputer. *Software* yang dibuat akan merespon kondisi sensor dan juga perintah dari user untuk kemudian akan mengambil tindakan berupa besarnya putaran pompa air yang nantinya akan mempengaruhi aliran air yang masuk ke dalam tangki. Gambar 3 adalah diagram blok sistem yang dibuat.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

B. Perancangan *Software*

Tahap ini merupakan tahap pembuatan program aplikasi (*software*) dengan menggunakan perangkat lunak LabVIEW. Dimulai dengan mendesain tampilan grafik antar muka aplikasi. Dalam tampilan antar muka aplikasi ini akan ditampilkan kondisi ketinggian air pada tangki air. Pada aplikasi ini juga ditampilkan box untuk menginput besaran nilai Kp, Ki dan Kd yang merupakan konstanta gain kontroler PID. Terdapat pula input box untuk mengisikan nilai level ketinggian yang diinginkan (*set-point/level referensi*) pada aplikasi monitoring ini. Setelah program aplikasi berhasil baik, kemudian dibuat blok programnya sehingga dapat diintegrasikan dengan perangkat keras (*hardware*) yang sudah dibuat sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Data Sensor Level Ultrasonik

Sensor level yang digunakan merupakan sensor level tipe ultrasonik buatan SICK seri UM18-1117, agar diperoleh persamaan hubungan antara output sensor (berupa tegangan 0-10V) terhadap besarnya level air pada tangki diperlukan data primer berupa output hasil pengujian sensor level untuk beberapa kondisi ketinggian air. Pengujian sensor level dilakukan dengan mengisi tangki dengan ketinggian air dimulai dari 0 cm (kosong) hingga mencapai ketinggian 21 cm dengan tiap-tiap kenaikan sebesar 1 cm dengan melihatnya pada mistar ukur sebagai perbandingan Adapun hasil pengukuran diperoleh data sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Output Sensor Level

Tinggi Air (cm)	Output Sensor (volt)	Tinggi Air (cm)	Output Sensor (volt)
0.5	10.15	11	5.29
1	9.92	12	4.84
2	9.48	13	4.41
3	8.96	14	3.913
4	8.51	15	3.483
5	8.06	16	2.993
6	7.6	17	2.513
7	7.14	18	2.083
8	6.64	19	1.607
9	6.2	20	1.14
10	5.74	21	0.643

Hasil pengukuran pada Tabel 1 ini kemudian diolah dengan metode regresi linear Least Square sehingga didapatkan persamaan input-output sensor sebagai berikut

$$h = 22,471 - 2,617.V \dots\dots (1)$$

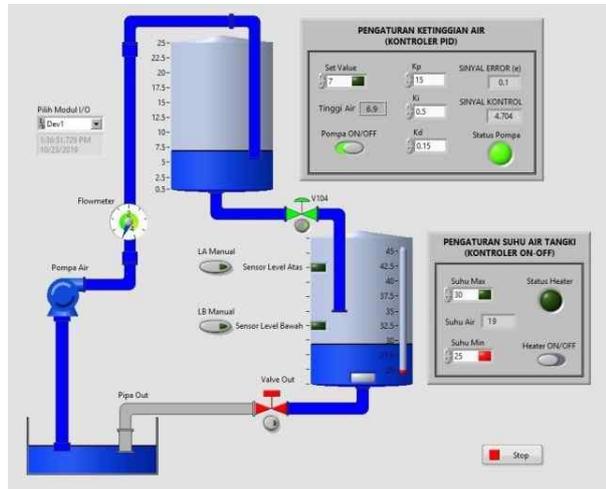
dimana:

h = tinggi muka air (cm)

V = tegangan output sensor ultrasonik

B. Desain Tampilan Antarmuka Kontroler PID dan Aplikasi Monitoring

Untuk tampilan aplikasi modul praktek di komputer, akan dibuat pada bagian front panel LabVIEW, adapun *lay-out* tampilannya seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Aplikasi Monitoring dan Kontroler PID

Pada aplikasi kontroler PID untuk pengaturan level air pada tangki, dibutuhkan nilai eror yang merupakan selisih antara nilai Set Point (level ketinggian referensi/diharapkan) dengan nilai level ketinggian yang aktual. Nilai eror ini akan menjadi input bagi kontroler PID untuk menghasilkan sinyal control (*Manipulated Variable*) yang akan mengendalikan putaran motor DC yang terdapat pada pompa air. Dengan demikian, laju pengisian tangki akan dipengaruhi oleh putaran motor DC pada pompa air dimana dipengaruhi oleh output kontroler PID. Jika eror yang terjadi besar, maka laju pengisian air pada tangki juga besar sebaliknya jika eror semakin kecil, maka laju pengisian air juga berkurang.

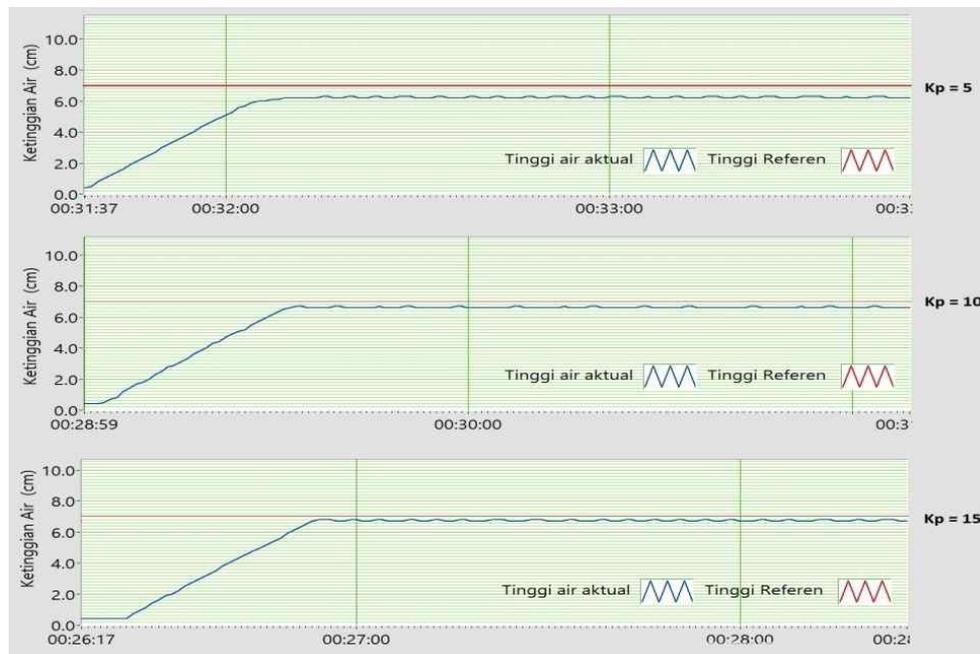
C. Hasil Implementasi dan Pengujian

Pada pengujian pertama, akan dibandingkan nilai besaran level/tinggi yang ditampilkan oleh aplikasi dan dibandingkan dengan tinggi aktual yang terlihat di tangki dengan menggunakan mistar ukur. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2, dimana dari 20 pengujian data, terdapat 5 data yang berbeda antara data termonitor dan data aktual dengan selisih eror sebesar 0,1 cm dengan persentase eror absolut maksimum sebesar 1,43% untuk pengukuran ketinggian 7 cm.

Tabel 2. Perbandingan Level Aktual dengan Level Terukur

Level Aktual (cm)	Level Terukur (cm)	Error	% Error Absolut	Level Aktual (cm)	Level Terukur (cm)	Error	% Error Absolut
22	22	0	0.00	11	11	0	0.00
21	21	0	0.00	10	10	0	0.00
20	20	0	0.00	9	9	0	0.00
19	19.1	-0.1	0.53	8	8.1	-0.1	1.25
18	18	0	0.00	7	7.1	-0.1	1.43
17	17	0	0.00	6	6	0	0.00
16	16	0	0.00	5	5	0	0.00
15	15	0	0.00	4	4	0	0.00
14	14.1	-0.1	0.71	3	3	0	0.00
13	13	0	0.00	2	2	0	0.00
12	12.1	-0.1	0.83	1	1	0	0.00

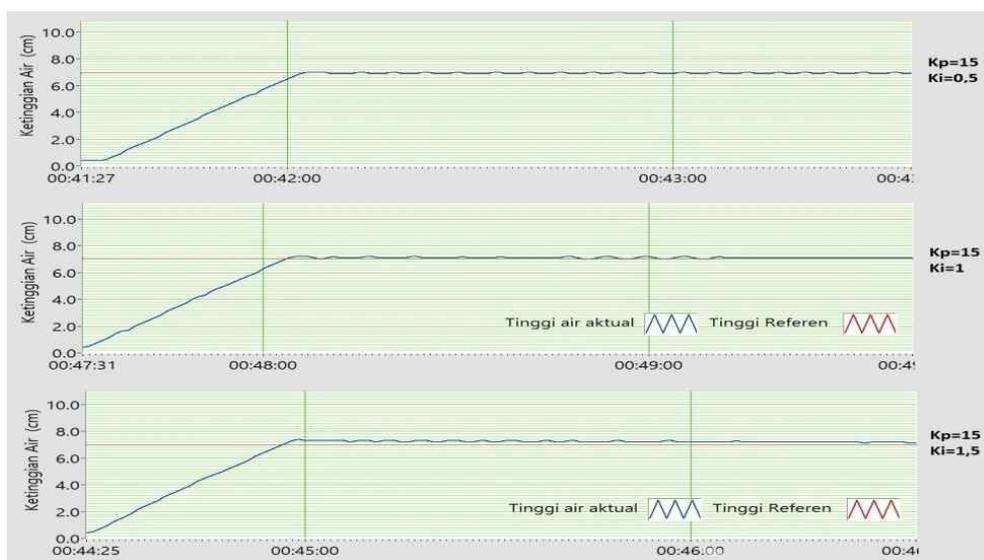
Untuk implemetasi awal, dipilih nilai K_p yang berubah-ubah dengan nilai 5, 10 dan 15, sedangkan nilai K_i dan K_d dipilih 0. Hal ini berarti kontroler yang digunakan merupakan kontroler tipe Proporsional (P). Adapun hasil implementasinya dapat dilihat pada Gambar 3 dan data pengamatan pada Tabel 3.



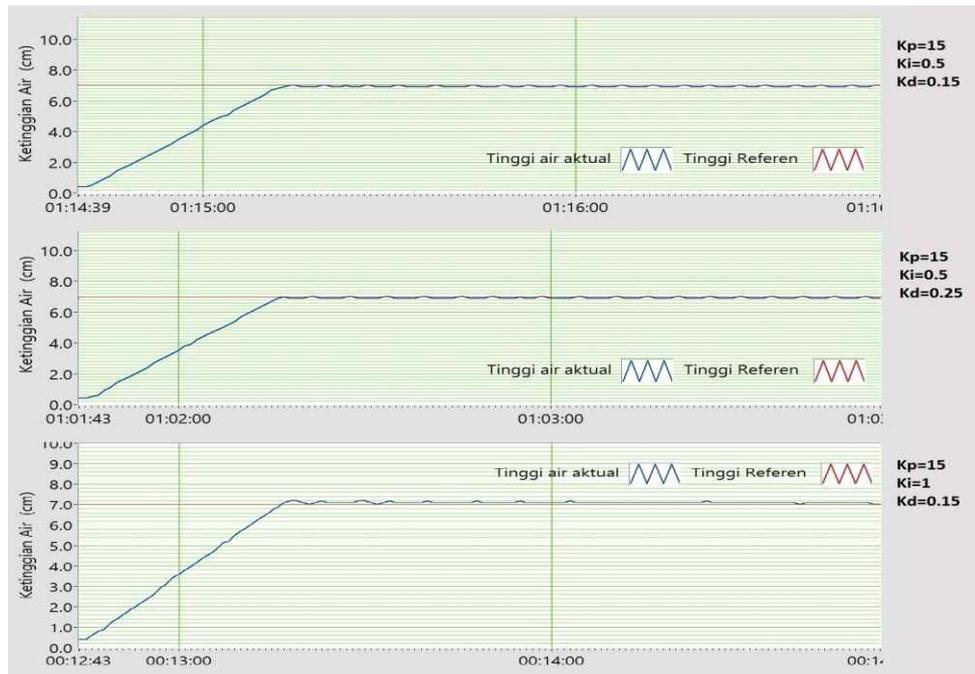
Gambar 3. Respon Sistem dengan Kontroler P

Berikutnya dipilih nilai $K_p = 15$, sedangkan nilai K_i berubah-ubah yaitu 0,5 , 1, dan 1,5. Untuk nilai K_d dipilih 0. Hal ini berarti kontroler yang digunakan merupakan kontroler tipe Proporsional-Integral (PI). Adapun hasil implementasinya dapat dilihat pada Gambar 4 dan data pengamatan pada Tabel 3.

Pengujian berikutnya dipilih nilai K_p yang tetap sebesar 15, nilai K_i sebesar 0,5 dan K_d berubah-ubah dengan nilai 0,1 , 0,15 dan 0,25 , juga diujikan untuk nilai $K_p=15$, $K_i=1$ dan $K_d=0,15$. Dengan demikian kontroler yang diterapkan merupakan kontroler tipe Proporsional-Integral-Derivatif (PID). Adapun hasil implementasinya dapat dilihat pada Gambar 5 dan tabel pengamatan pada Tabel 3.



Gambar 4. Respon Sistem dengan Kontroler PI



Gambar 5. Respon Sistem dengan Kontroler PID

Tabel 3. Data Hasil Pengamatan Respon Sistem

Nilai Konstanta PID			Set Point (cm)	Rentang Level Regulated (cm)		Rentang Error Steady State	
Kp	Ki	Kd		Min	Max	Max	Min
5	0	0	7	6,2	6,3	0.8	0.7
10	0	0	7	6,6	6,8	0.4	0.2
15	0	0	7	6,7	6,9	0.3	0.1
15	0,5	0	7	6,9	7	0.1	0
15	1	0	7	7	7,2	0	-0.2
15	1,5	0	7	7,2	7,3	-0.2	-0.3
15	0,5	0,1	7	6,9	7	0.1	0
15	0,5	0,15	7	6,9	7	0.1	0
15	0,5	0,25	7	6,9	7	0.1	0
15	1	0,15	7	7	7,2	0	-0.2

Pengujian selanjutnya dengan membandingkan kontroler PID dengan kontroler ON-OFF yang sebelumnya telah diimplementasikan [3]. Untuk kontroler PID yang dibandingkan memiliki gain $K_p=15$, $K_i=0,5$ dan $K_d=0,15$ dengan set point pada level 7 cm. Sedangkan untuk kontroler ON-OFF yang diujikan diatur pada pengaturan Batas Atas = 7,5 cm dan Batas Bawah=6,5 cm dengan harapan rata-rata ketinggian air berada pada kisaran 7 cm. Adapun data dan hasil perbandingan kedua jenis kontroler ini dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 6 berikut.

Tabel 3. Data Perbandingan Respon Kontroler ON-OFF dan Kontroler PID

Jenis Kontroler	Set Point (cm)	Rentang Level Regulated (cm)		Rentang Error Steady State	
		Min	Max	Max	Min
ON-OFF	7	6,4	7,6	0,6	-0,6
PID (15,0.5,0.15)	7	6,9	7	0,1	0



Gambar 6. Perbandingan Respon Sistem Kontroler ON-OFF dan Kontroler PID

4. KESIMPULAN

- 1) Telah berhasil diimplementasikan suatu kontroler PID untuk pengaturan level air pada tangki yang dilengkapi dengan tampilan monitoring level ketinggian air secara visual, dimana untuk pembacaan level diperoleh eror maksimum sebesar 0,1 dari level sesungguhnya dengan %eror absolut terbesar pada pengukuran level 7 cm yang terbaca pada 7,1 cm (% eror = 1,43%).
- 2) Pada kontroler PID yang diimplementasikan untuk pengaturan level air, disimpulkan dengan semakin besarnya nilai Kp membuat eror steady state menjadi berkurang, penambahan parameter Ki semakin mengurangi eror steady state, namun semakin besar Ki maka *overshoot* yang terjadi semakin membesar. Sedangkan penambahan nilai Kd hampir tidak terlihat pengaruhnya pada pengaturan level ketinggian air. Untuk kontroler PID yang optimal diperoleh pada nilai gain Kp=15, Ki=0,5 dan Kd=0,15.
- 3) Dari hasil pengamatan terlihat bahwa kontroler PID lebih mampu mempertahankan level ketinggian air disekitar level referensi yang diinginkan (set point= 7 cm) dengan eror steady state maksimum 0,2 cm dari set point, sedangkan untuk kontroler ON-OFF level air berosilasi pada batas atas (7,6 cm) dan batas bawah (6,4 cm) dari level referensi yang di set (7 cm).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] --tanpa nama--, Dasar Instrumentasi dan Proses Kontrol: Diktat Bimbingan Profesi Sarjana Teknik (BPST), Balongan: PT Pertamina unit Balongan, 2007.
- [2] Megido. A, Ariyanto, "Sistem Kontrol Suhu Air Menggunakan Pengendali PID dan Volume Air pada Tangki Pemanas Air Berbasis Arduino UNO". Gema Teknologi Vol.19, No.2, UNDIP-Semarang, Oktober 2016.
- [3] R. Muh. Chaerur, "Rancang Bangun Modul Praktek Pengaturan Level dan Suhu Air Metode Kontrol ON-OFF Berbasis LabVIEW" in Proc. SNTEI ke-6., pp. 180-185, Sept., 2019.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) atas bantuan pendanaan untuk penelitian ini.