

# Perancangan SCADA pada Mini Plant Proses Pengendalian Level

Dwi Mahadiyan WH

*Program Studi Magister Teknik Elektro  
Universitas Mercu Buana*

*Jl. Menteng Raya No. 29 Jakarta Pusat.*

*Telepon: 021-31935454 (hunting), 31934471 Fax: 021-31934474*

## **Abstrak**

Empat besaran fisis yang sering kita temukan di industri yaitu level, flow, pressure dan temperature. Salah satu yang sering digunakan adalah pengendalian level. Pengendalian level merupakan suatu sarana untuk mempertahankan nilai ketinggian dan atau volume air agar tetap stabil sesuai dengan nilai yang diinginkan, hal ini dilakukan untuk membuat proses yang berlangsung tetap terjaga sesuai yang diinginkan dan kemudian dilakukan proses selanjutnya sehingga mendapatkan produk sesuai dengan yang diharapkan. Pengendalian level yang digunakan saat ini menggunakan temperature controller TZ4M yang terdapat di lokal panel. Perancangan sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu hardware dan software. Untuk hardware terdiri dari controller/PLC, pompa, control valve, solenoid valve, transmitter. Software yang digunakan adalah CX Programmer untuk memprogram PLC dan wonderware intouch untuk HMI. Hasil perancangan secara umum dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian dengan metode Ziegler Nichols menggunakan metode osilasi maka diperoleh sistem yang berosilasi yaitu pada  $PB=1\%$ . Berdasarkan hasil penalaan diperoleh nilai  $PB=2\%$  untuk kontrol P,  $PB=2.2\%$   $T_i=22s$  untuk kontrol PI,  $PB=1.7\%$   $T_i=13$   $T_d=3$  untuk kontrol PID. Untuk pengujian performa masing-masing pengontrol adalah kontrol P: delay time=96s, rise time=352s, error steady state=0.0542%. Kontrol PI: delay time=59s, rise time=237s, error steady state=0.73%. Kontrol PID: delay time=67s, rise time=245s, error steady state=0.6827%.

*Kunci: level, SCADA, Ziegler Nichols, PID*

Received July 2015

Accepted for Publication August 2015

## **1. PENDAHULUAN**

Industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri.

Sedangkan teknologi industri adalah hasil pengembangan, perbaikan, invensi, dan/atau inovasi dalam bentuk teknologi proses dan teknologi produk termasuk rancang bangun dan perekayasaan, metode, dan/atau sistem yang diterapkan dalam kegiatan industri. (Undang-undang Nomor 3 tahun 2014 tentang Perindustrian).

Secara umum ada empat besaran fisis yang sering kita temukan di industri yaitu level, flow, pressure dan temperature. Variabel ini adalah parameter keluaran (output) yang harus dijaga sesuai dengan yang diinginkan dan ditetapkan terlebih dahulu (set point) sementara nilai aktual proses disebut dengan proses value. Salah satu yang sering digunakan adalah pengendalian level, pengendalian ini banyak kita jumpai di hampir seluruh bidang industri. Pengendalian level merupakan suatu sarana untuk mempertahankan nilai ketinggian dan atau volume air agar tetap stabil sesuai dengan nilai yang diinginkan, hal ini dilakukan untuk membuat proses yang berlangsung tetap terjaga sesuai yang diinginkan dan kemudian dilakukan proses selanjutnya sehingga mendapatkan produk sesuai dengan yang diharapkan.

Pengendalian level yang digunakan saat ini yaitu dengan menggunakan temperature controller TZ4M. Air yang berasal dari tanki penampung di pompa menuju tanki proses melewati level control valve. Pada tanki proses dilengkapi dengan pressure transmitter yang akan mengukur ketinggian air yang ada di tanki proses. Nilai pengukuran ini akan terbaca pada display yang ada di controller. Nilai pengukuran akan dibandingkan dengan set point untuk kemudian di kalkulasikan oleh controller hasil kalkulasi ini akan dikonversikan untuk mengatur bukaan level control valve. Pada sistem pengendalian ini juga dilengkapi sebuah solenoid valve sebagai baypass yang langsung terhubung dengan tanki penampung. Solenoid valve ini berfungsi sebagai pengaman apabila level air yang ada pada tanki proses melebihi batas yang diinginkan. Sehingga air tidak akan meluber.

Controller TZ4M diletakkan pada panel yang ada di miniplant sehingga untuk setting parameter harus dilakukan di lokal panel selain itu juga tidak terdapat fasilitas untuk merekam data sehingga untuk memperoleh data harus dilakukan dengan mencatat secara manual. Keterbatasan ini yang menyebabkan sulit untuk memonitor dan mengontrol miniplant.

Agar proses pengendaliannya dapat dilakukan dengan mudah dan berjalan terus menerus maka digunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai alat pengendali. PLC adalah suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik, seperti logika, sekuen, timing, counting, dan aritmatika untuk mengontrol mesin dan proses. PLC sangat diminati karena menjamin kualitas produk yang dihasilkan, memperpendek waktu produksi dan mengurangi biaya untuk tenaga manusia. Selain itu PLC juga handal untuk digunakan karena tahan terhadap gangguan seperti temperatur dan getaran. [8].

Saat ini juga dibutuhkan suatu system yang dapat digunakan untuk kontrol dan monitoring dari jarak jauh. *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) merupakan solusi untuk mengatasi hal tersebut.

Beberapa penelitian terkait yang digunakan sebagai referensi dan perbandingan yaitu :

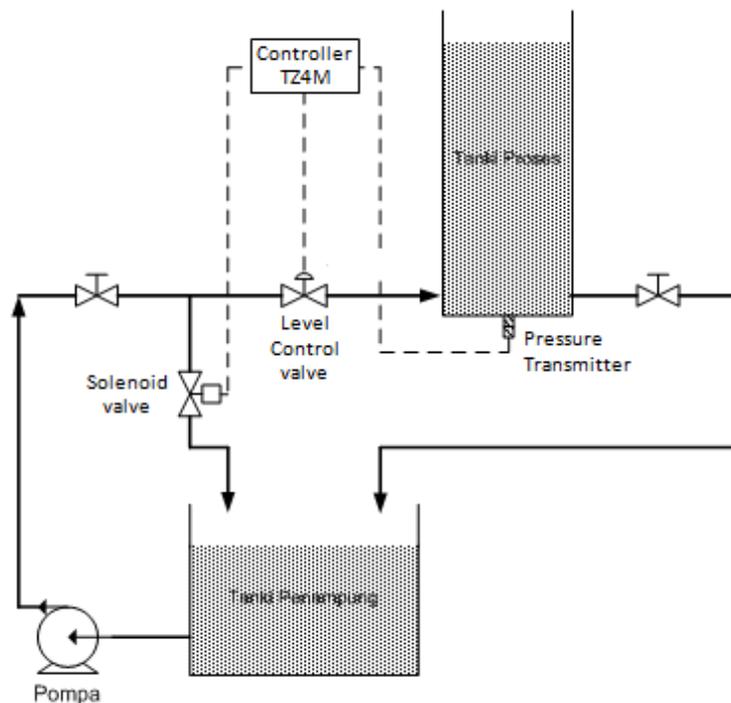
Simulasi sistem kontrol PLC yang diterapkan pada boiler untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi yang lebih besar. Parameter tekanan dan temperatur dapat ditampilkan dan dikendalikan menggunakan SCADA. [5]. Tahapan peralihan operasi boiler dari manual menjadi fully operated boiler. Fokus pada parameter level, tekanan, suhu yang dipantau terus menerus menggunakan SCADA yang terhubung ke PLC. [12]. Merancang sistem otomatis pada tanki air menggunakan PLC. Kontrol otomatis tanki air dapat bekerja terus menerus tanpa menggunakan operator saat pengoperasian. [9].

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dirancang suatu system SCADA pada sebuah mini plant proses pengendalian level menggunakan PLC dengan kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*). Diharapkan dengan penggunaan SCADA ini akan mempermudah dalam pengontrolan dan monitoring level pada mini plant selain itu juga untuk memperoleh data secara *real time* dari mini plant. Dimana data ini dapat memberikan gambaran tentang kondisi proses yang sedang berlangsung.

## 2. PERANCANGAN SISTEM

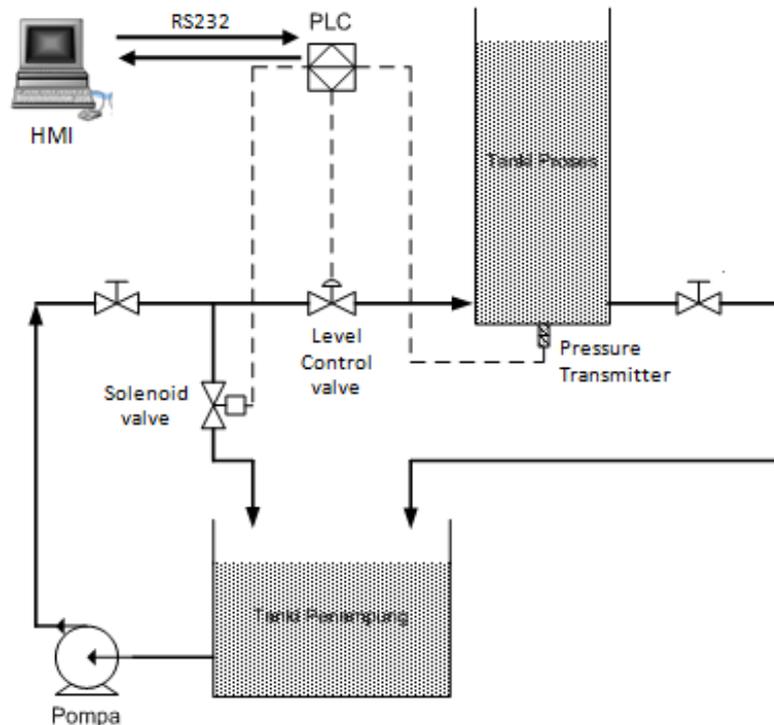
### 2.1 Sistem Existing dan Sistem baru

Pada sistem pengontrolan level existing sebagai controllernya menggunakan temperature controller TZ4M. Secara fungsi penggunaan temperature controller tidak menjadi kendala karena sinyal input sensor dan current output yang digunakan sesuai yaitu 4-20 mA. Hanya saja pada layar controller satuan/unit proses value dalam °C.



Gambar 1 Skema pengontrolan existing

Kendala dari existing controller ini adalah ketika akan memperoleh data proses karena tidak terdapat fasilitas untuk merekam data sehingga untuk memperoleh data harus dilakukan dengan mencatat nilai proses value selama proses tersebut berlangsung.



Gambar 2 Skema perancangan sistem

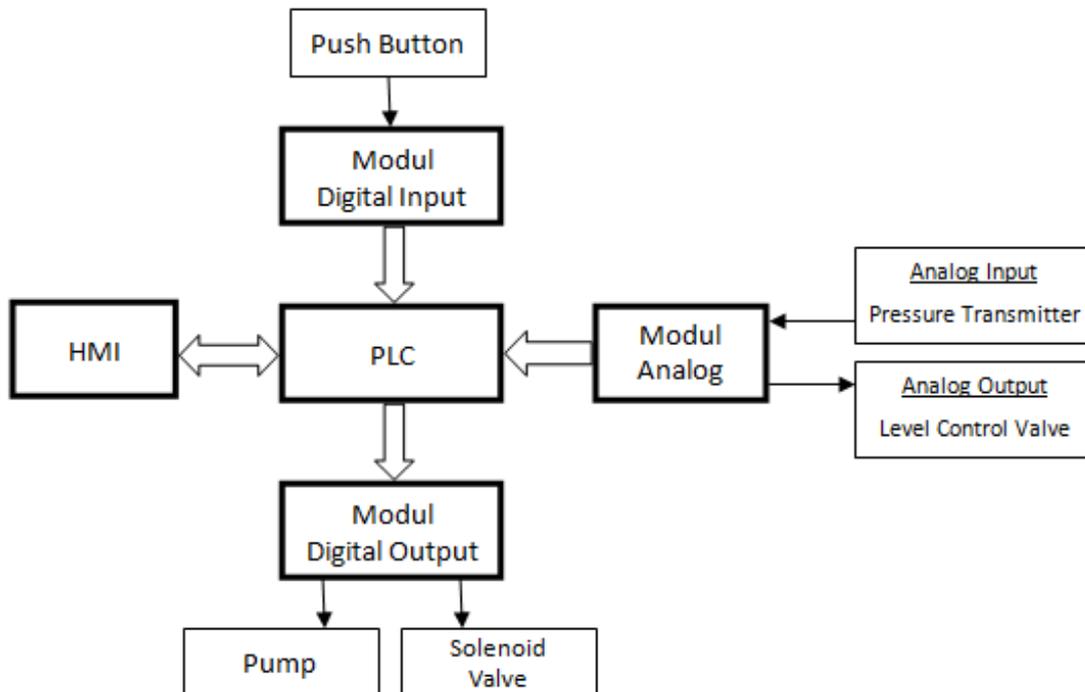
Untuk mengatasi kendala pada existing controller maka dirancang suatu sistem pengontrolan dengan menggunakan PLC sebagai controller. Dimana PLC terhubung langsung dengan pompa, solenoid valve serta terhubung dengan motorize valve dan pressure transmitter melalui modul analog.

Penggunaan HMI bertujuan untuk memudahkan dalam monitoring dan pengoperasian miniplant. Untuk monitoring proses dapat dilihat langsung nilai proses value baik dalam bentuk tampilan angka maupun dalam tampilan grafik. Nilai proses value secara otomatis akan terekam ke dalam komputer. Untuk pengoperasian miniplant seperti start/stop pompa, input parameter proses (set point, proportional band, time integral dan time derivatif) dapat dilakukan melalui komputer. Komputer juga berfungsi untuk membuat program atau edit program PLC. Sedangkan untuk komunikasi antara komputer dengan PLC menggunakan kabel RS232.

## 2.2 Perincian Sistem

Dalam perancangan sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu *hardware* dan *software*. Software yang digunakan adalah CX Programmer untuk memprogram PLC dan wonderware intouch untuk HMI.

Hubungan antara PLC dengan dengan alat-alat pada miniplant secara garis besar dapat dilihat pada gambar 3. Untuk start/stop pompa dapat langsung dilakukan dari HMI.



Gambar 3 Diagram blok rangkain hardware PLC

### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Perancangan Sistem

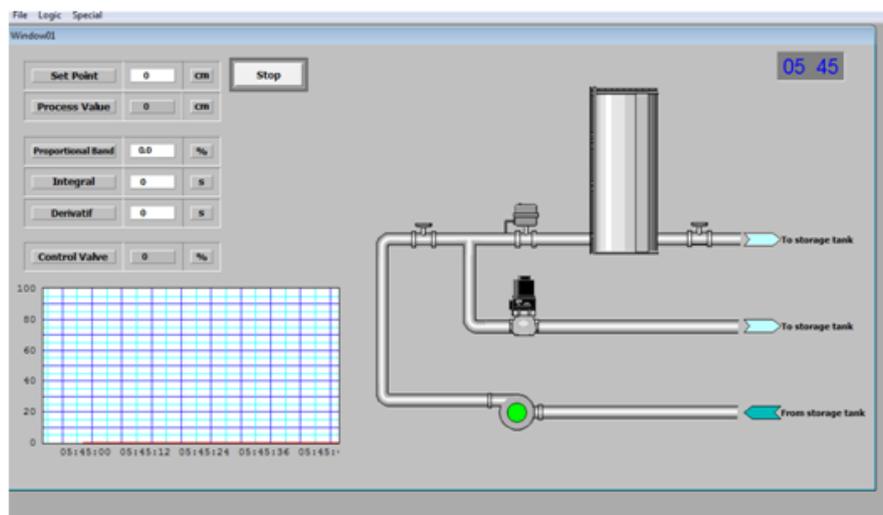
Penggunaan SCADA dimaksudkan untuk memudahkan dalam monitoring dan akuisisi data. Jika pada sistem sebelumnya untuk memperoleh data proses dilakukan dengan mencatat secara manual dari indikator yang terdapat pada lokal panel. Selain itu untuk mengganti parameter proses terlebih dahulu harus masuk ke dalam menu masing-masing parameter.

Hasil perancangan SCADA pada miniplant dengan menggunakan PLC Omron CPM2A sebagai kontroller dapat dilihat pada gambar 4.

Pada tampilan HMI terdapat alur proses yang dilengkapi komponen utama mini plant seperti pompa, level control valve, solenoid valve dan manual valve. Selain itu terdapat juga terdapat proses value dan parameter proses yang digunakan seperti set point, proportional band, time integral, time derivatif. Serta terdapat tombol operasi untuk start/stop pompa. Untuk monitoring proses dapat juga dilihat dalam bentuk grafik yang menampilkan waktu dan level.



Gambar 4 Hasil Perancangan SCADA



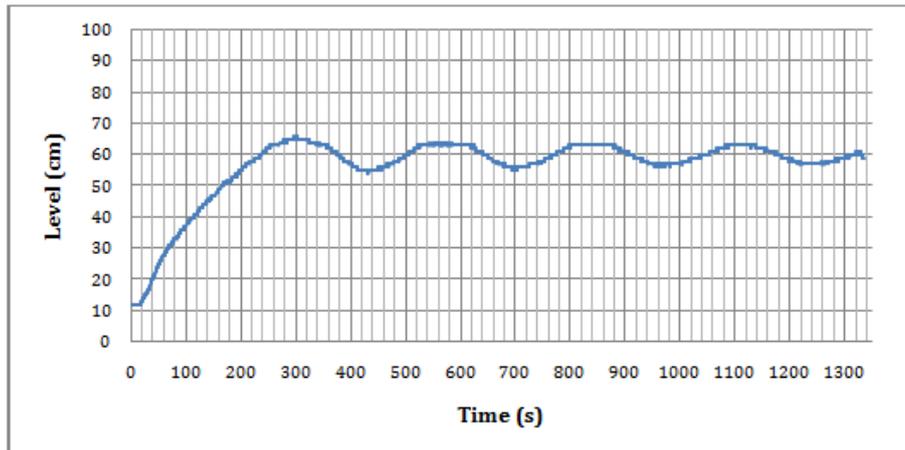
Gambar 5 Tampilan HMI Mini Plant

Dengan penggunaan SCADA maka secara otomatis data proses akan direkam selain itu untuk pengoperasian dan monitoring proses yang sedang berlangsung dapat dilakukan di HMI (Human Machine Interface). Selain itu juga untuk mengganti parameter proses seperti set point, PB, Ti, Td lebih mudah dilakukan cukup dengan input nilai parameter yang akan di ubah pada HMI.

#### 4.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang dilakukan adalah pengujian performa sistem kontrol yang bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter sistem. Selanjutnya nilai ini digunakan dalam pengoperasian miniplant.

Pengujian ini menggunakan Metode Ziegler-Nichols dengan metode osilasi. Dimana akan dicari terlebih dahulu respon sistem yang berosilasi dengan mengatur harga penguatan proporsional atau proportional band (PB) serta waktu integral ( $T_i$ ) diatur maksimum (8191s) dan waktu derivatif ( $T_d$ ) sama dengan nol. Nilai set point yang digunakan yaitu 60cm.



Gambar 6 Grafik respon sistem PB=1%

Berdasarkan gambar 4.3 diperoleh nilai berikut:

$$\text{Ultimate gain } (K_u) = \frac{100}{PB} = 100$$

$$\text{Periode ultimate } (P_u) = 1117 - 847 = 270 \text{ s}$$

Nilai-nilai tersebut kemudian digunakan untuk acuan awal dalam penalaan parameter PID dengan cara mensubstitusikan masing-masing nilai kedalam tabel 1.

Tabel 1. Penalaan paramater PID dengan metode osilasi

Tipe Kontroler	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$0.5 K_u$		
PI	$0.45 K_u$	$1/1.2 P_u$	
PID	$0.6 K_u$	$0.5 P_u$	$0.125 P_u$

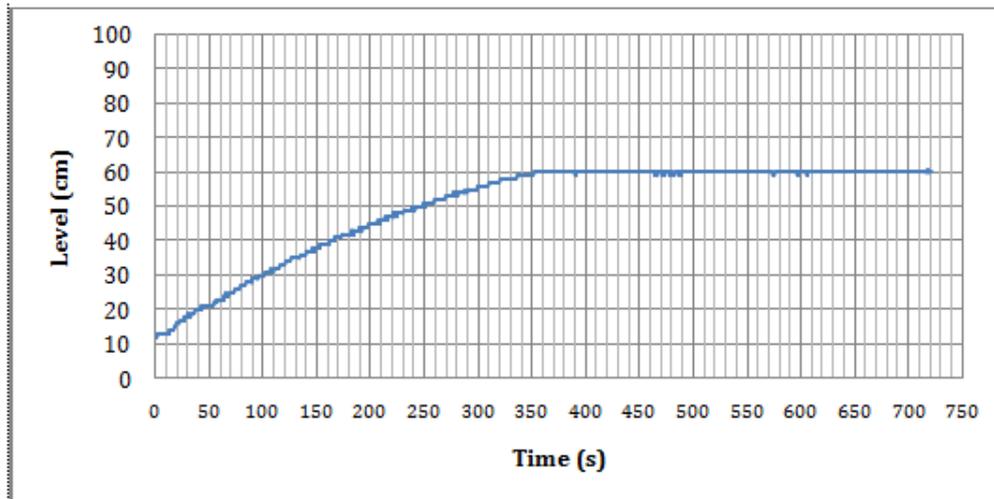
Sehingga diperoleh nilai penalaan paramater PID dengan metode osilasi adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Penalaan

Tipe Pengontrolan	PB (%)	$T_i$ (s)	$T_d$ (s)
P	2	-	-
PI	2.2	22	-
PID	1.7	13	3

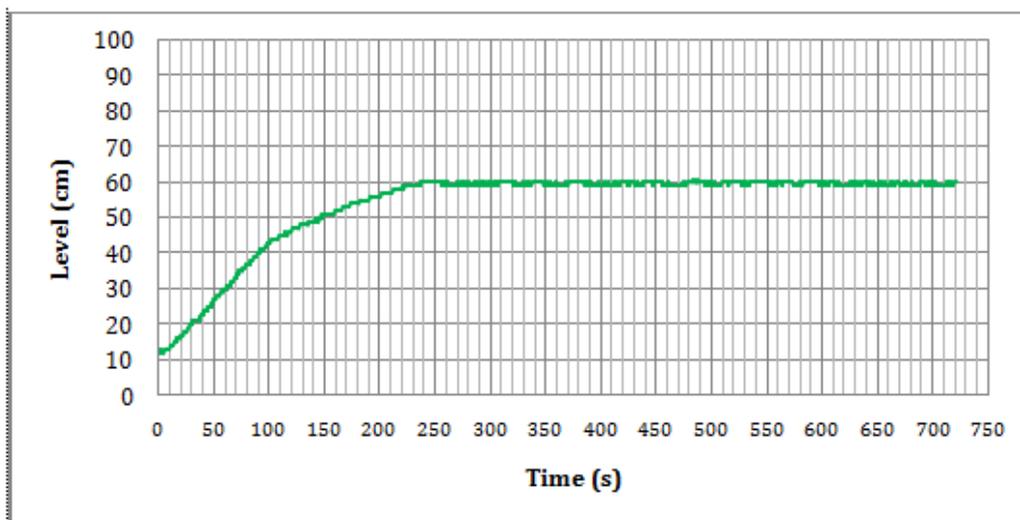
Setelah memperoleh harga masing-masing parameter ( $PB$ ,  $T_i$ ,  $T_d$ ) selanjutnya adalah menggunakan harga tersebut untuk setting di controller sesuai dengan tipe pengontrolannya. Respon output untuk masing-masing pengontrol dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

➤ Kontrol Proportional



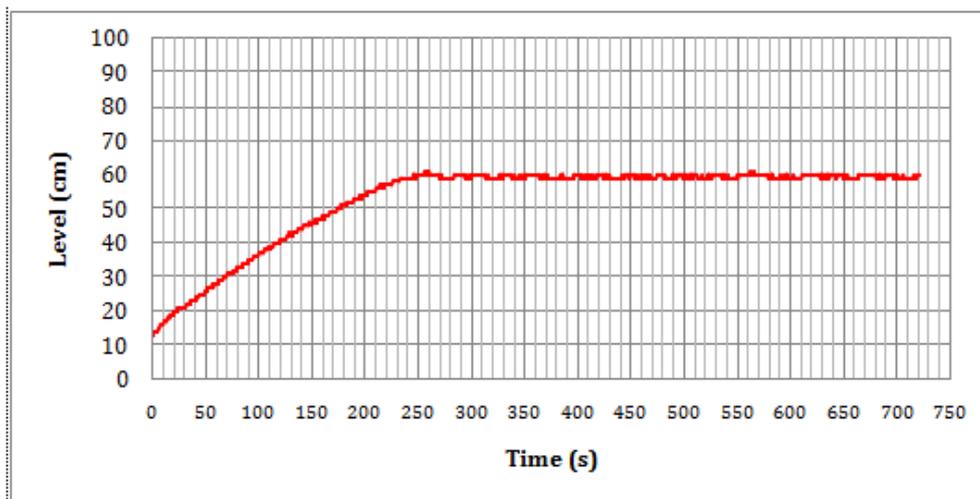
Gambar 7 Grafik respon sistem  $PB=2\%$

➤ Kontrol Proportional + Integral



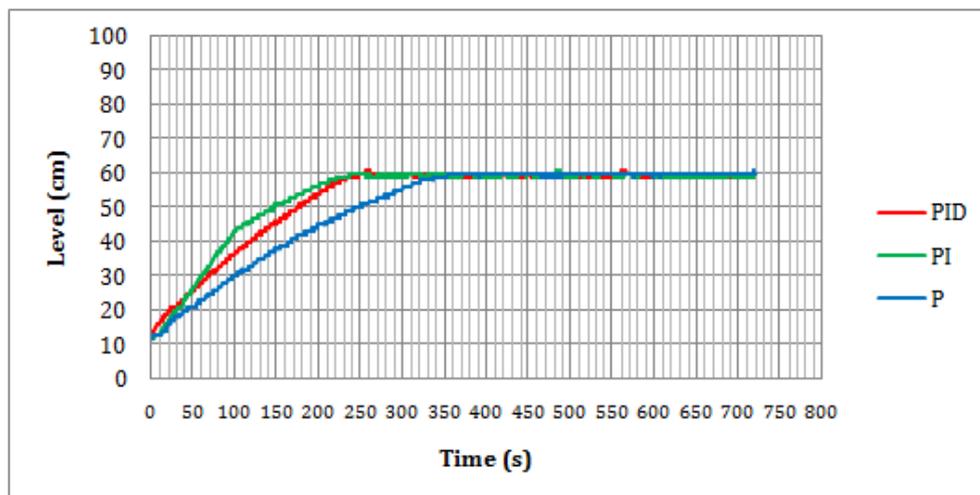
Gambar 8 Grafik respon sistem  $PB=2.2\%$  ,  $T_i=22s$

➤ Kontrol Proportional + Integral + Derivatif



Gambar 9 Grafik respon sistem  $PB=1.7\%$  ,  $T_i=13s$  ,  $T_d=3s$

Pada gambar 10 menunjukkan grafik respon gabungan P, PI, PID. Pada gambar ini terlihat jelas perbedaan respon untuk ke-3 mode kontrol.



Gambar 10 Grafik respon sistem P, PI, PID

- Kontrol Proportional (P), sistem ini stabil dapat dilihat dari error steady state sebesar 0.0542%. Sistem ini memiliki respon yang lambat terlihat dari rise time (waktu naik) sebesar 352s. Untuk mempercepat respon sistem dapat dilakukan dengan memperkecil nilai PB. Namun nilai PB yang terlalu kecil dapat menyebabkan sistem berosilasi dan cenderung menjadi tidak stabil.
- Kontrol Proportional + Integral (PI), terlihat bahwa sistem stabil ditandai dengan error steady state sebesar 0.73%. Respon sistem juga cepat yaitu 237s. Penambahan mode integral ini berfungsi untuk menghilangkan offset yang terjadi pada repon sistem.
- Kontrol Proportional + Integral + Derivatif (PID), terlihat bahwa sistem stabil ditandai dengan error steady state sebesar 0.6827%. Respon sistem juga cukup

cepat yaitu 245s. Derivatif berfungsi untuk memperkecil error, bersifat korektif dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem. Karakteristik kontrol PID ini sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I, D. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat diatur lebih menonjol dibanding yang lain. Konstanta yang menonjol inilah yang akan memberikan kontribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan.

Secara ringkas hasil perhitungan nilai parameter respon sistem dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Nilai Parameter Respon Sistem

	<b>Delay Time (s)</b>	<b>Rise Time (s)</b>	<b>Error Steady State (%)</b>
<b>P</b>	96	352	0.0542
<b>PI</b>	59	237	0.7300
<b>PID</b>	67	245	0.6827

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa pengendali Proportional + Integral memiliki delay time dan rise time yang baik jika dibandingkan dengan pengendali proportional atau proportional + integral + derivatif. Sehingga dapat dikatakan bahwa pengendalian optimum untuk sistem pengontrolan level pada mini plant adalah menggunakan kontrol proportional + integral.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses perancangan SCADA pada mini plant proses pengendalian level dengan tujuan untuk monitoring dan pengontrolan level telah dilaksanakan.
2. Hasil perancangan secara umum dapat dikatakan bekerja dengan baik, dimana mini plant dapat dimonitoring dan dikontrol sehingga dapat diperoleh data proses secara real time.
3. Berdasarkan hasil pengujian dengan metode Ziegler Nichols menggunakan metode osilasi maka diperoleh sistem yang berosilasi yaitu pada PB=1%.
4. Berdasarkan hasil pengujian performa sistem kontrol untuk masing-masing tipe pengontrolan diperoleh sistem yang stabil dimana proses value  $\pm 1$ cm terhadap set point.
5. Berdasarkan hasil pengujian performa sistem kontrol pengendalian optimum terdapat pada kontrol PI (Proportional +Integral).

## 4.2 Saran

Guna perbaikan dan memberikan hasil yang lebih baik, maka dapat disampaikan saran-saran ataupun rekomendasi sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh reaksi yang lebih cepat dari control valve sebaiknya tidak menggunakan motorize valve melainkan dapat menggunakan pneumatic valve.
2. Saat inisialisasi SCADA sebaiknya dibuat daftar terlebih dahulu agar saat pembuatan tagging dapat dilakukan secara berurutan, sehingga dapat memudahkan dalam menganalisa dan troubleshooting jika terjadi error.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Ahuja, D., & Chaudhary, N. (2012). Programmable Logic Controller. *International Journal of Information and Computer Science*, 1, 115-120.
- [2] Bailey, D. (2003). Practical SCADA for Industry. Australia: Newnes.
- [3] Bhuiya, K., Anish, K., Parekh, D., & Sahiti, K. (2013). Low Cost Wireless Control and Monitoring Using PLC and SCADA. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 3.
- [4] Bolton, W. (2009). Programmable Logic Controllers. Oxford: Newnes.
- [5] Chopade, S., Verma, P. (2013). Simulation of boiler control using PLC & SCADA. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 3 (3), 276-279
- [6] Dieu, B. (2001). Application of SCADA System in Wastewater Treatment Plants. *ISA Transactions*, 40, 267-281
- [7] Dunn, W. C. (2005). *Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control*. USA: McGraw-Hill
- [8] Ioannides, M. (2004). Design and Implementation of PLC-Based Monitoring Control System for Induction Motor. *IEEE Transactions On Energy Conversion*, Vol.19, No.3
- [9] Mahfooz, O., Memon, M., & Iftikhar, A. (2012). Project review on water level sensing using PLC. *PJETS*, 2 (2), 160-170.
- [10] Ogata, K.(2010). *Modern Control Engineering*. New Jersey: Prentice Hall
- [11] Ogata, K. (2004). *Sytem Dynamics*. New Jersey: Prentice Hall
- [12] Patil, HP., Satpute, CK., Vaishampayan., Rahulkar, AD. (2014). Control of boiler operation using PLC-SCADA. *International Journal for Technological Research in Engineering*, 1 (7), 2347-4718.
- [13] Samin, R., Azmi, N., Ahmad, M., & Zamawi, M. (2012). Implementation of Motor Speed Control Using PID Control in Programmable Logic Controller. *Proceedings of the Sixth Global Conference on Power Control and Optimization*, (pp. 164-168). American Institute of Physics.