

PERANCANGAN SISTEM KONTROL PIDAT PADA PLANT WATER LEVEL MENGGUNAKAN PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)

Reni Listiana¹⁾, Yurika²⁾, Zahra Zakiyyannisa³⁾

Teknik Otomasi, Politeknik TEDC Bandung^{1),2) 3)}

Email: renilistiana@yahoo.com¹⁾, yurikasjahrul@gmail.com²⁾, zahrazakiyyannisa5@gmail.com³⁾

Abstrak

Di dalam industri, diperlukan sistem kontrol yang baik agar dapat menunjang jalannya produksi pada industri tersebut serta dapat mengoptimalkan efisiensi dalam proses produksi. Pengontrolan variabel berbagai proses dalam produksi pada nilai variabel yang dikehendaki menjadi salah satu permasalahan penting yang dihadapi oleh industri. Dengan adanya masalah ini, perlu adanya suatu sistem yang dapat mengendalikan variabel sesuai dengan yang dikehendaki. Pada sektor industri, kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) paling banyak digunakan karena struktur kontrolernya yang sederhana tapi efektif untuk mengendalikan sistem yang bersifat linear. *Plant water level* merupakan salah satu sistem kontrol yang ada di industri. Sistem ini banyak dijumpai dalam dunia industri, contohnya PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum), kilang minyak, dan pabrik kimia. Pengoperasian *plant water level* di lab SCADA Politeknik TEDC Bandung masih menggunakan kontrol *on-off*. Motor yang dikendalikan oleh inverter akan berhenti jika level air pada *main tank* sudah mencapai batas atas dari *set point* dan motor akan bekerja jika level air pada tangki berada pada batas bawah dari *set point*. Kontrol ini memiliki kekurangan karena variabel yang dikendalikan hanya pada dua batas. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keefektifan sistem kontrol pada *plant water level* menggunakan kontroler PID dengan instruksi PIDAT sehingga mengetahui nilai parameter PID yang tepat guna menghasilkan kualitas sistem kontrol yang akurat dan cepat. *Set point water level* terletak pada *main tank* dimana di *tank* tersebut terdapat tiga *disturbance valve* untuk mengganggu kestabilan *set point*. Dalam menjaga kestabilan *set point* dengan mengatur *flow* maka dilakukan proses kontrol PIDAT yang memanfaatkan instruksi yang berada di PLC. Berdasarkan hasil pengujian sistem kontrol *plant water level* dengan menggunakan kontrol P dan PIDAT, maka kontrol PIDAT efektif untuk mendapatkan parameter PID jika *set point* tidak sama dengan *present value* dengan cepat dan akurat. Karena jika hanya menggunakan kontrol P saja, maka *present value* tidak mencapai *set point* yang diinginkan. Dengan parameter PID yang didapat adalah $P = 61$, $I = 61$, dan $D = 9$ dengan satu *disturbance valve*, $P = 43$, $I = 23$, dan $D = 3$ dengan dua *disturbance valve*, $P = 24$, $I = 5$, dan $D = 1$ dengan tiga *disturbance valve*.

Kata Kunci: *water level*, PID controller, Programmable Logic Controller (PLC), sensor ultrasonik.

Abstract

In the industry, a good control system is needed in order to support the production process in the industry and to optimize efficiency in the production process. Controlling various process variables in production at the desired variable value is one of the important problems faced by the industry. Given this problem, it is necessary to have a system that can control the variables as desired. In the industrial sector, PID (*Proportional Integral Derivative*) control is the most widely used because of its simple but effective controller structure for controlling linear systems. *Plant water level* is one of the control systems in the industry. This system is often found in the industrial world, for example PDAM (Regional Water Supply Company), oil refineries, and chemical factories. The operation of the *plant water level* in the Polytechnic TEDC Bandung SCADA lab still uses *on-off* control. The motor controlled by the inverter will stop if the water level in the main tank has reached the upper limit of the *set point* and motor will work if the water level in the tank is at the lower limit of the *set point*. This control has drawbacks because the controlled variables are only at two limits. The purpose of this study was to determine the effectiveness of the control system at the *plant water level* using a PID controller with the PIDAT instruction so as to know the correct PID parameter values to produce an accurate and fast quality control system. The *set point water level* is located in the main tank where there are three *disturbance valves* in the tank to disturb the stability of the *set point*. In maintaining the stability the stability of the *set point* by adjusting the flow, the PIDAT control process is carried out which utilizes the instructions in the PLC. Based on the test results of the *plant water level* control system using P and PIDAT control, PIDAT control is effective for obtaining PID parameters if the *set point* is not the same as the *present value* quickly and accurately. Because if you only use P control, the *present value* will not reach the desired *set point*. With the PID parameters obtained are $P = 61$, $I = 61$, and $D = 9$ with one *disturbance valve*, $P = 43$, $I = 23$, and $D = 3$ with two *disturbance valves*, $P = 24$, $I = 5$, and $D = 1$ with three *disturbance valves*.

Keywords: *water level*, PID controller, Programmable Logic Controller (PLC), ultrasonic sensor.

I. PENDAHULUAN

Pada era *society 5.0*, sektor industri memegang peranan yang penting khususnya di Indonesia. Di dalam industri, diperlukan sistem kontrol yang baik agar dapat menunjang jalannya produksi pada

industri tersebut serta dapat mengoptimalkan efisiensi dalam proses produksi. Pengontrolan variabel berbagai proses dalam produksi pada nilai variabel yang dikehendaki menjadi salah satu permasalahan penting yang dihadapi oleh industri.

Dengan adanya masalah ini, perlu adanya suatu sistem yang dapat mengendalikan variabel sesuai dengan yang dikehendaki. Pada sektor industri, kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) paling banyak digunakan karena struktur kontrolernya yang sederhana tapi efektif untuk mengendalikan sistem yang bersifat linear. Sebuah kontroler PID secara kontinyu akan menghitung nilai error sebagai selisih antara variabel yang dikehendaki dengan variabel yang terukur. Kontrol PID digunakan untuk meminimalkan variabel error setiap waktu dengan penyetelan variabel P, I, dan D.

Plant water level merupakan salah satu sistem kontrol yang ada di lab SCADA Politeknik TEDC Bandung. Sistem ini banyak dijumpai dalam dunia industri, contohnya PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum), kilang minyak, dan pabrik kimia. Sistem ini akan mengendalikan ketinggian air yang diawasi oleh sensor ultrasonik. Untuk tingkat ketinggian, sistem ini mengontrol agar air tidak melebihi batas yang sudah ditentukan pada main tank. Plant ini dikontrol oleh PLC (*Programable Logic Controller*) dan dilengkapi dengan HMI (*Human Machine Interface*) yang bekerja secara *real time*.

Pengoperasian plant water level di lab SCADA Politeknik TEDC Bandung masih menggunakan kontrol on-off. Motor yang dikendalikan oleh inverter akan berhenti jika level air pada main tank sudah mencapai batas atas dari set point dan motor akan bekerja jika level air pada tangki berada pada batas bawah dari set point. Kontrol ini memiliki kekurangan karena variabel yang dikendalikan hanya pada dua batas.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka penulis mengangkat judul "Perancangan Sistem Kontrol PIDAT pada Plant Water Level Menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*)" sehingga dapat mengetahui nilai parameter PID yang tepat guna menghasilkan kualitas sistem kontrol yang akurat dan cepat. Set *point water level* terletak pada main tank dimana di tank tersebut terdapat tiga *disturbance valve* untuk mengganggu kestabilan set point. Dalam menjaga kestabilan set point dengan mengatur *flow* maka dilakukan proses kontrol PIDAT yang memanfaatkan instruksi yang berada di PLC.

II. LANDASAN TEORI

A. Teori Perancangan

Menurut Prasetyo (2016), perancangan adalah proses penyajian ide dan gagasan menurut konsep dasar yang mendukung. Perancangan dapat dimulai dari pemilihan komponen yang akan dipakai, memahami karakteristik dan data fisiknya, membuat rangkaian ilustratif, agar dapat dibuat alat yang sesuai dengan yang diharapkan (Prasetyo, Gustanto Dwi, 2016).

Menurut Scott, perancangan sistem adalah desain sistem menunjukkan respon sistem dalam menyelesaikan apa yang perlu terselesaikan, tahapannya meliputi konfigurasi dari *software* dengan hardware agar setelah diintegrasikan sistem

sesuai dengan perencanaan yang telah direncanakan pada akhir analisis sistem (Scott, George M, dalam Jogiyanto, 1991, dalam Prasetyo, Gustanto Dwi, 2016).

Menurut Laudon (1998), perancangan sistem adalah bagaimana cara sistem dalam memenuhi kebutuhan berdasarkan analisa sistem (Laudon, 1998, dalam Prasetyo, Gustanto Dwi, 2016). Menurut Bodnar (2000), perancangan sistem adalah proses dalam penentuan solusi yang akan dilakukan oleh analisis sistem. Perancangan sistem meliputi juga evaluasi keefektifan dalam efisiensi rata-rata dalam perancangan sistem dari seluruh kebutuhan sistem (Bodnar, 2000, dalam Prasetyo, Gustanto Dwi, 2016). Mencermati dari empat pendapat di atas, penulis menarik kesimpulan bahwa perancangan sistem adalah cara bagaimana sistem mencapai tujuan yang telah ditentukan berdasarkan apa yang telah direncanakan dari analisa sistem.

B. Sistem Kontrol

Menurut Prasetyo (2016), sistem kontrol adalah proses pengontrolan dari satu atau beberapa parameter agar berada pada suatu rate tertentu. Pada dunia industri, suatu proses kerja dituntut untuk menghasilkan produk yang memiliki kualitas dan kuantitas yang baik dengan aman dan memiliki efisiensi tinggi dalam waktu yang telah ditentukan. Otomatisasi berperan dalam hal operasional, keamanan, ekonomi serta mutu produk.

Terdapat banyak proses yang harus ditepuh agar menghasilkan produk yang sesuai dengan standar, sehingga terdapat parameter yang harus dikontrol antara lain tekanan, aliran, suhu, level, dan kerapatan. Integrasi dari berbagai peralatan kendali dalam proses produksi disebut dengan sistem pengendalian proses. Sedangkan berbagai peralatan yang membentuk sebuah sistem pengendalian disebut dengan instrumentasi pengendalian proses. Dalam ilmu kendali, sistem pengendalian proses dan instrumentasi pengendalian proses memiliki hubungan yang erat namun berbeda hakikatnya.

Instrumentasi kontrol proses lebih condong ke konsep mengenai kerja alat instrumentasi, sedangkan disiplin ilmunya tentang sistem kerja suatu proses produksi. Pada proses industri, dalam mencapai sebuah sasaran dibutuhkan besaran yang memerlukan persyaratan tertentu. Dalam mencapai sasaran tersebut banyak hal yang perlu diperhatikan seperti ketelitian yang tinggi, harga yang stabil dalam selang waktu tertentu, nilai yang beragam dalam suatu rangkuman tertentu, dan perbandingan yang tetap antara dua variabel. Semua ini tidak cukup hanya dengan pengukuran tapi perlu pengontrolan supaya syarat tersebut dapat dipenuhi. Karena alasan inilah diperkenalkan suatu konsep pengontrolan yang disebut dengan sistem kontrol.

Dalam memahami secara utuh mengenai sistem kontrol, maka harus paham mengenai pengertian dari sistem, proses, kontrol, dan sistem kontrol. Pengertian dari istilah tersebut antara lain sebagai berikut.

Sistem adalah perpaduan antara beberapa komponen yang berkeja sama agar mencapai sasaran tertentu.

Proses adalah perubahan dari titik tertentu ke titik lainnya secara kontinyu dan tetap untuk menuju kondisi tertentu.

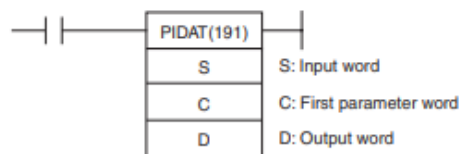
Kontrol adalah kegiatan yang mengawasi, mengatur, mengendalikan, dan menguasai sesuatu. Jadi, sistem kontrol adalah proses mengendalikan satu atau beberapa parameter agar berada pada suatu rate tertentu. Hubungan anatar sistem dan proses dapat digambarkan oleh diagram berikut :



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada gambar 1 dapat dilihat blok diagram dari sistem kontrol secara umum, ada tiga hal utama dalam blok di atas yaitu input, proses, dan output. Input adalah masukan yang berupa data, proses adalah perubahan dari suatu titik ke titik tertentu, output adalah hasil dari proses yang telah dicapai. Contohnya proses pemanasan air, dimana prosesnya dilakukan oleh heater berdasarkan data suhu. Kemudian data yang diberikan akan mengalami perubahan lalu suhu yang mengalami perubahan sampai titik tertentu dinamakan output (Prasetyo, Gustanto Dwi, 2016).

a. PIDAT (*PID Control with Autotuning*)



Gambar 2. Instruksi PIDAT

PIDAT berfungsi untuk menjalankan kontrol PID sesuai dengan parameter yang ditentukan. Konstanta PID dapat disetel otomatis.

Saat kondisi on, PIDAT menjalankan kontrol PID sesuai dengan parameter yang ditentukan pada operans C. PIDAT mengambil rentang input data biner yang ditentukan dari isi operans S dan menjalankan PID sesuai dengan parameter yang diharapkan. Hasilnya kemudian disimpan sebagai manipulated variable di operans D. Pengaturan parameter dibaca saat kondisi off ke on. *Bumpless operation* adalah proses yang bertahap dan terus menerus mengubah *manipulated variable* untuk menghindari efek buruk dari perubahan dari operans S. saat kondisi on, *present value* (PV) untuk periode sampling yang ditentukan dimasukkan dan pemrosesan dilakukan.

Status bit perintah di bit 15 dari C+9 diperiksa setiap siklus. Jika bit kontrol ini on dalam siklus tertentu, PIDAT akan memulai penyetelan otomatis konstanta PID. Metode limit-cycle digunakan untuk penyetelan otomatis. PIDAT secara paksa merubah *manipulated variable* dan memantau karakteristik

sistem yang dikendalikan. Konstanta PID dihitung berdasarkan karakteristik yang diamati, dan konstanta P, I, dan D baru disimpan secara otomatis di C+1, C+2, dan C+3. Pada titik ini, bit 15 dari C+9 dimatikan dan kontrol PID dilanjutkan dengan konstanta PID baru di C+1, C+2, dan C+3. Jika bit 15 dari C+9 on saat eksekusi PIDAT dimulai, autotuning akan terlebih dahulu dan kemudian kontrol PID akan dimulai dengan konstanta PID yang dihitung. Jika bit 15 dari C+9 dihidupkan selama eksekusi PIDAT, PIDAT menginterupsi PID kontrol yang konstanta PIDnya diatur user, melakukan autotuning lalu melanjutkan PID kontrol dengan konstanta PID yang dihitung (Omron, 2009).

b. *Programmable Logic Controller (PLC)*

Menurut Setiawan, et al (2020), Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah komputer yang dirancang untuk mengendalikan suatu proses atau mesin. Proses yang dikendalikan dapat berupa variabel yang kontinyu seperti pada sistem servo atau hanya membutuhkan dua keadaan (on dan off) namun dilakukan secara looping (Setiawan, Ashadi, et al, 2020).

Menurut Walker (2012), PLC adalah komponen industri yang sangat andal dan kuat digunakan pada aplikasi di industri yang meliputi kontrol perakitan manufaktur, proses kimia, dan kontrol mesin, (Walker, 2012).

Menurut Hatmojo (2015), PLC merupakan pengendali berbasis mikroprosesor yang menggunakan teori terprogram untuk menginput instruksi dan melakukan suatu fungsi seperti fungsi logika, sekuensial, timer, counter dan aritmatika untuk mengontrol mesin atau proses melalui I/O digital atau analog (Hatmojo, 2015).

c. *Human Machine Interface (HMI)*

Menurut Haryanto dan Hidayat (2016), HMI merupakan sistem yang menghubungkan manusia dan teknologi mesin. HMI bisa berupa pengendali dan visualisasi status baik menggunakan manual juga melalui visualisasi personal komputer yang bersifat real time. Tugas dari HMI yaitu menciptakan visualisasi berdasarkan teknologi secara nyata. Sehingga dapat memudahkan pekerjaan manusia. Tujuan dari HMI yaitu meningkatkan interaksi antara mesin dan manusia melalui tampilan di layar komputer (Haryanto dan Hidayat, 2016).

Secara sederhana HMI berfungsi sebagai media komunikasi antara manusia dan mesin dari suatu sistem. HMI membantu operator secara lebih dekat untuk mengontrol suatu plant sistem dan operasi PLC pada setiap tahap pengoperasian plant sebagai basis proses visualisasi sistem yang menghubungkan semua komponen dalam sistem dengan baik. Dengan menggunakan HMI sebagai console operator bisa menyajikan berbagai macam analisa grafis, hystorical information, database, data login untuk keamanan, dan animasi ke dalam bentuk software. Dalam dunia industri HMI menyajikan data yang diperlukan oleh operator untuk memonitor operasi peralatan dan lain sebagainya (Haryanto dan Hidayat, 2016).

d. *Solenoid Valve*

Menurut Alfisyahri (2013), *solenoid valve* adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik yang mempunyai gumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston. Solenoid valve mempunyai 2 bagian utama yaitu lubang masukan dan lubang keluaran. Lubang masukan berfungsi sebagai tempat cairan masukan sedangkan lubang keluaran berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak (Alfisyahri, Riky, 2013).

e. *Pompa Sentrifugal*

Menurut Claudio Aditya Sucipriadi dalam Prasasti Gunawan (2018), prinsip kerja pompa yaitu dengan membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk dengan bagian keluar. Bisa dikatakan, fungsi pompa yaitu mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga kinetis. Tenaga kinetis berfungsi untuk mengalirkan fluida dan mencegah adanya hambatan dalam proses pengaliran. Pompa ini termasuk jenis pompa yang memiliki impeler yang berfungsi untuk melempar fluida sehingga fluida berkecepatan tinggi yang kemudian diubah menjadi tekanan (Gunawan, P, 2018).

f. *Sensor Ultrasonik*

Menurut Arief (2011), gelombang ultrasonik adalah gelombang suara yang memiliki frekuensi dari 20 kHz hingga 20 MHz. frekuensi kerja pada gelombang ini bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari gas, cair, dan padat. Saat gelombang ultrasonik menabrak suatu penghalang maka sebagian gelombang akan dipantulkan sebagian dan sebagian lagi akan diteruskan.

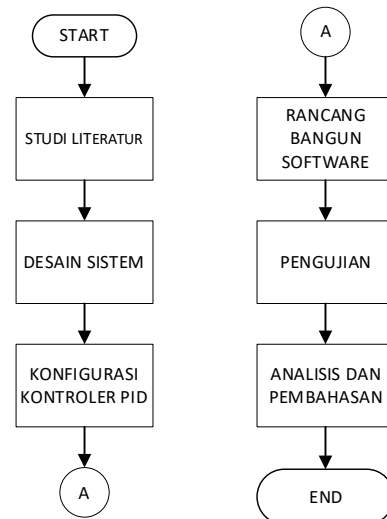
Sensor ultrasonik adalah sensor yang mengubah besaran fisik yaitu bunyi menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dihasilkan oleh piezoelektrik. Piezoelektrik ini menghasilkan gelombang ultrasonik difrekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator ditempelkan pada benda ini. Sensor ultrasonik digunakan untuk pengukuran jarak. Secara umum memancarkan gelombang suara menuju suatu sasaran yang memantulkan kembali gelombang ke arah sensor. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang hingga balik lagi ke sensor dan menghitung jarak sasaran dengan kecepatan suara dalam medium (Arief, Ulfah mediaty, 2011).

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Perancangan Sistem

Tahap perancangan desain kontrol PIDAT pada plant water level dapat dilakukan dengan mempelajari spesifikasi dan karakteristik setiap komponen serta skematik yang digunakan pada plant water level sehingga dapat membuat program dan sistem kontrol PIDAT yang sesuai untuk mengontrol proses.

Berikut adalah *flowchart* dari proses perancangan dan pembuatan sistem kontrol pada tugas akhir ini :



Gambar 3. Flowchart Tahapan Perancangan Sistem

Tahapan perancangan sistem dimulai dengan mencari studi literatur yang berhubungan dengan plant water level untuk mengetahui spesifikasi dan karakteristik dari plant ini. Kemudian membuat desain dari sistem agar memiliki bayangan dan acuan dalam merancang sistemnya. Setelah itu mengkonfigurasi kontroler PID dengan plant water level untuk penyesuaian setiap parameter. Kemudian merancang bangun *software* pada CX-Programmer dan NB Designer. Kemudian dilakukan proses pengujian berdasarkan desain yang telah direncanakan dan melakukan analisis dan pembahasan untuk membuat kesimpulan dan saran.

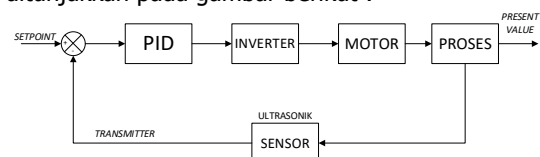
B. Spesifikasi Sistem

Spesifikasi dari sebuah sistem merupakan hal yang penting diketahui karena akan menentukan kualitas, cara kerja dan karakteristik dari sistem kontrol PIDAT yang akan dirancang. Perangkat input yang digunakan pada *plant water level* dalam tugas akhir ini adalah ultrasonik sebagai sensor yang mengukur level air. Spesifikasi sensor ultrasonik. Perangkat *output* yang digunakan pada plant water level dalam tugas akhir ini adalah inverter, pompa, dan *solenoid valve*.

Perangkat lunak yang digunakan dalam melakukan perancangan sistem kontrol PIDAT pada plant water level adalah CX-Programmer untuk pemrograman PLC dengan menggunakan bahasa ladder diagram dan NB-Designer untuk pembuatan tampilan GUI (*Graphical User Interface*).

C. Blok Diagram Kontrol PID

Blok diagram kontrol PID pada plant water level ditunjukkan pada gambar berikut :

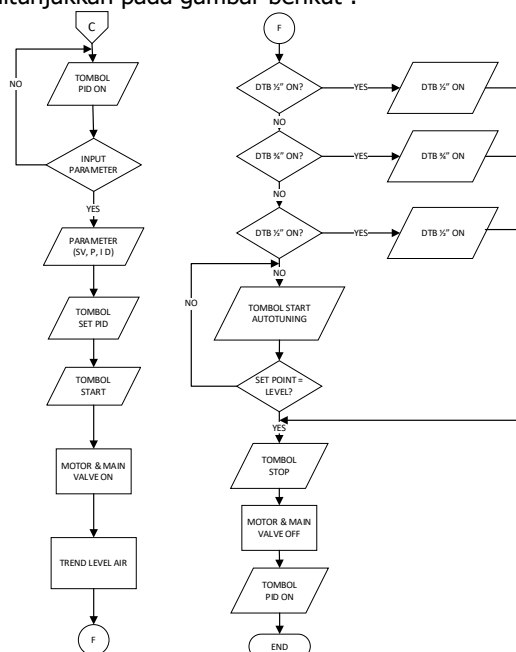


Gambar 4. Blok Diagram Kontrol PID

Pada blok diagram di atas, *present value* akan dibandingkan dengan set point. Jika terdapat *error* maka nilai *error* ini akan diperbaiki oleh PID dan hasilnya akan di inputkan ke inverter. Nilai yang diberikan ke *inverter* akan dikonversi menjadi frekuensi yang akan diinputkan ke motor. Frekuensi yang diberikan oleh inverter akan dirubah menjadi mekanis oleh motor untuk menyedot air. Sensor akan memantau level air pada tangki dan memberikan *feedback* pada sistem untuk membandingkan dengan setpoint. Sistem kontrol akan mempertahankan level pada set point yang telah ditentukan.

D. Flowchart Kontrol PID

Flowchart kontrol PID pada plant water level ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 5. Flowchart Kontrol PID Plant Water Level

Flowchart di atas menjelaskan mengenai prinsip kerja kontrol PID pada plant water level. Pada saat tombol PID On ditekan maka kita dapat melakukan input parameter (set point, P, I, dan D). setelah menginput parameter maka harus menekan tombol set PID untuk merefresh parameter kemudian tekan tombol start untuk mulai menjalankan kontrol PID. Berdasarkan nilai parameter yang telah disetting akan diproses oleh kontrol PID dan mengirimkan input ke inverter. Dari inverter akan mengkonversi besaran tegangan yang diinputkan oleh PID menjadi frekuensi. Dari frekuensi yang diberikan oleh *inverter* akan dikonversi menjadi mekanis oleh motor berupa kecepatan motor. Sehingga level air pada main tank dapat diatur sesuai dengan set *point* yang telah diinputkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian tanpa Autotuning

Pengujian ini dilakukan agar mengetahui sistem pada *plant water level* tanpa melakukan autotuning

dengan memasukkan nilai set point 30 dan nilai P 50 dengan *disturbance valve* untuk mengganggu kestabilan level.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tanpa Autotuning

Valve Disturbance	Set point (%)	Present Value (%)	Nilai P
1	30	27	50
2	30	27	50
3	30	26	50

B. Pengujian dengan Autotuning

Pengujian ini dilakukan agar mengetahui sistem pada *plant water level* dengan melakukan *autotuning* dengan memasukkan nilai set point 30 dan nilai P 50 dengan *disturbance valve* untuk mengganggu kestabilan level. *Autotuning* diaktifkan pada saat *present value* tidak sama dengan *set point*.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian dengan Autotuning

Perobaan Ke	Valve Disturbance	Set point (%)	Present value (%)	Nilai P	Nilai I	Nilai D	Waktu Autotuning (Detik)
1	1	30	30	61	61	9	55
2	1	30	30	24	5	1	63
3	1	30	30	43	25	3	62
1	2	30	30	43	23	3	11
2	2	30	30	61	33	4	15
3	2	30	30	30	8	1	22
1	3	30	30	24	5	1	12

2	3	30	30	8 6	2 7	4	21
3	3	30	30	4 9	3 2	4	41

C. Pembahasan

Saat pengujian tanpa *autotuning* dengan set point 30 dan nilai proportional 50 maka level pada main tank tidak dapat mencapai set point yang diinginkan. Saat pengujian dengan *autotuning* dengan set point 30 dan nilai PID yang didapatkan secara otomatis oleh instruksi PIDAT maka level pada *main tank* dapat mencapai set point pada setiap percobaan dengan tidak terjadi osilasi.

Berdasarkan data hasil pengujian, teknik yang efektif dalam pengujian autotuning jika dilakukan saat set point tidak sama dengan present *value* sehingga pencapaian titik set point dapat diraih.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, perancangan, pengujian dan analisa dari sistem kontrol PIDAT pada plant water level maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk mengatur flow pada main tank agar tetap konstan diperlukan controller yang mengontrol secara kontinyu yaitu PID controller.
2. Untuk mengendalikan flow pada main tank dalam proses dibutuhkan kontrol yang sesuai seperti PID, pada PLC CP1E ini terdapat fasilitas PIDAT yang memudahkan dalam mencari parameter PID secara otomatis.
3. Dalam mengkomunikasikan PLC dengan HMI perlu memerhatikan protokol komunikasi, penghantar komunikasi, dan address PLC yang dimasukkan pada GUI yang ada di HMI.
4. Teknik pengujian yang efektif dari hasil kerja kontrol PIDAT pada plant water level adalah dengan mengaktifkan PIDAT pada saat set point tidak sama dengan present value. Dengan parameter PID yang didapatkan adalah $P = 61$, $I = 61$, dan $D = 9$ dengan satu disturbance valve, $P = 43$, $I = 23$, dan $D = 3$ dengan dua disturbance valve, dan $P = 24$, $I = 5$, $I = 1$ dengan tiga disturbance valve.

B. Saran

Adapun saran untuk perancangan sistem ini yang bertujuan untuk pengembangan ke depannya yaitu sebagai berikut :

1. Agar mendapatkan respon sistem yang lebih baik lagi maka dapat menggunakan sensor dengan tingkat keakuratan dan stabilitas yang baik.
2. Analisis perbandingan dari sistem kontrol PIDAT dengan teori analisis plant dalam menentukan nilai PID.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfisyahri, R. (2013). Analisis Pemakaian Energi Pompa Pada Sistem Pengendalian Air. Politeknik TEDC: Cimahi
- Arief, U. M. (2011). Pengujian sensor ultrasonik ping untuk pengukuran level ketinggian dan volume air. Jurnal Ilmiah Elektrikal Enjiniring UNHAS, 9(2), 72-77. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/147560797.pdf>
- Haryanto, H., & Hidayat, S. (2016). Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer, 1(2), 58-65.
- Hatmojo, Y. I. (2015). 'Programmable Logic Controller (PLC)'.
- International Electrotechnical Commission (IEC) (2003) 'IEC 61131-3 Programmable Logic Controllers – Part 3: Programming Languages', International Standard, 2nd ed.
- Omron. (2009). Instruction Reference Manual CP1E CPU Unit. Omron Corporation Tokyo Japan.
- Prasetyo, Gustanto Dwi. (2016). Rancang Bangun Sistem Pengendalian Proses Fermentasi dalam Pembuatan Bio Etanol Berbasis PLC. Politeknik TEDC: Cimahi.
- Setiawan, Ashadi. Et al. (2020). Modul Input, Output, ADC dan PWM PLC OMRON CP1E-NA20DR-A. Yayasan Barcode: Makassar.
- Walker, M. J. (2012) The programmable logic controller: its prehistory, emergence and application. The Open University. doi: 10.5860/choice.51-2973.