

Sistem Kendali PID Aplikasi Mini Plant Water Flow Berbasis Arduino

Azizah Dian Sukowati¹, Edi Sulistio Budi², Donny Radianto³

e-mail: sukowatidian@gmail.com, edi.sulistio@polinema.ac.id, donny.radianto@polinema.ac.id

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 2 Agustus 2023

Direvisi 18 Agustus 2023

Diterbitkan 30 September 2023

Kata kunci:

Water flow

PID

Matlab

Keywords:

Water flow

PID

Matlab

ABSTRAK

Kemajuan dalam pengukuran yang dahulunya konvensional menjadi digital akan membantu dalam melakukan pengukuran. Kemudahan yang di dapat dalam pengukuran secara digital yaitu pada pembacaan hasil nilai pengukuran dapat lebih stabil dan mengurangi error seperti pengukuran pada debit aliran air. Maka dari itu pada penelitian ini membuat *mini plant* yang mengatur debit aliran air menggunakan sensor *water flow* YF-S201 yang akan di monitoring melalui PC dengan *software* Matlab dan digunakan untuk memasukkan nilai *set point* dan nilai Kp, Ki, dan Kd serta menampilkan grafik respon sistem, lalu terdapat LCD 16x2 yang berguna untuk menampilkan hasil parameter yang diinginkan oleh Set point dan Debit. Kontroler yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino Uno. Untuk mengalirkan air menggunakan pompa air DC dan *driver* motor DC L298N. Untuk mengatur debit aliran air agar tetap stabil maka digunngakan kontrol PID dimana untuk menentukan parameter nilai Kp, Ki, dan Kd dapat menggunakan metode Ziegler Nichols dan Tuning Manual. Dengan menggunakan metode Ziegler Nichols didapatkan nilai parameter Kp = 9.6, Ki= 3.2 dan Kd=7.296 sedangkan menggunakan metode Tuning Manual didapatkan nilai parameter Kp=15.36, Ki=5.12 dan Kd=11.672. Hasil dari metode Ziegler Nichols dan Tuning Manual memiliki rata-rata error steady state yang sama besar yaitu 4 %. Tetapi metode Tuning Manual mempunyai keunggulan pada delay time (Td) sebesar 19.106s, rise time (Tr) sebesar 43.912s, dan settling time (Ts) sebesar 58.358s lebih cepat dari pada Ziegler Nichols.

ABSTRACT

Progress in measurements that used to be conventional to digital will help in making measurements. The convenience that can be obtained in digital measurements is that in reading the results of measurement values it can be more stable and reduce errors such as measurements on water flow discharge. Therefore, in this study, a mini plant that regulates water flow using a YF-S201 water flow sensor will be monitored via a PC with Matlab software and used to enter set point values and Kp, Ki, and Kd values and display system response graphs. , then there is a 16x2 LCD which is useful for displaying the parameter results desired by Setpoint and Debit. The controller used is the Arduino Uno microcontroller. To circulate water using a DC water pump and a DC motor driver L298N. To regulate the water flow rate to remain stable, PID control is used where to determine the Kp, Ki, and Kd value parameters, you can use the Ziegler Nichols method and Manual Tuning. By using the Ziegler Nichols method, the parameter values for Kp = 9.6, Ki = 3.2, and Kd = 7.296, while using the Manual Tuning method, the parameter values for Kp =15.36, Ki = 5.12, and Kd = 11.672. The results of the Ziegler Nichols and Manual Tuning methods have the same average steady-state error of 4%. But the Manual Tuning method has the advantage of a delay time (Td) of 19.106s, a rise time (Tr) of 43.912s, and a settling time (Ts) of 58.358s which is faster than Ziegler Nichols.

Penulis Korespondensi:

Azizah Dian Sukowati,



Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia, Kode Pos.65141
Email: sukowatidian@gmail.com
Nomor HP/WA aktif: 082228447787

1. PENDAHULUAN

Pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan sistem digital, hal ini memudahkan dalam melakukan pengukuran sehingga hasil yang terukur dapat lebih akurat dan mudah terbaca hasilnya. Pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengukuran debit aliran air. Pengukuran debit aliran air yang dirancang dengan menggunakan sistem kendali PID untuk kontrol debit aliran air. Dengan sistem kendali PID maka pengukuran debit aliran air dilakukan secara otomatis maka dapat diatur juga debit aliran air yang diinginkan dan mempertahankan,. Sistem kendali adalah sistem yang digunakan agar hasil yang dirancang (output atau respon) sesuai dengan hasil yang diinginkan (setpoint), serta dapat mempercepat respon agar mencapai hasil yang diinginkan secepat mungkin [1]. Sistem yang stabil dapat diperoleh menggunakan beberapa metode pengendalian agar dapat mencapai set point yang diinginkan. Salah satu metode yang digunakan yaitu menggunakan metode PID [2]. Sistem akan bekerja secara otomatis dengan menyesuaikan set point yang diinginkan. Sistem kendali PID merupakan metode yang digunakan untuk memperbaiki tanggapan keluaran suatu sistem (*plant*). Sistem kendali terdiri dari tiga komponen yaitu Proporsional, Integral dan Derivatif yang dapat digunakan bersamaan atau terpisah, yaitu Proporsional kendali P, Proporsional Integral kendali PI dan Proporsional, Integral Derivatif kendali PID dimana sistem kendali ini tergantung dari karakteristik sistem yang akan diperbaiki *response* keluarannya [3]. Sistem Kendali yang stabil dapat membuat kecepatan respon cepat dan menunjukkan peredaman yang layak. Suatu sistem juga dapat mampu memperkecil kesalahan [4]. Maka pada penelitian ini akan merancang dan membuat sebuah sistem kendali PID untuk kontrol debit aliran air. Pada penelitian terdahulu (Tika, dkk, 2021) merancang sistem pemantauan dan pengendalian debit air menggunakan PID di mana pada sistem ini dirancang dengan menggunakan kontrol PID untuk menghasilkan keluaran debit air sesuai keinginan pengguna. Dilakukan pengujian terhadap masing - masing set point untuk menghasilkan keluaran debit aliran sesuai inputan yang hasil menunjukkan masih terdapat overshoot dan memiliki error <14% [2]. Terdapat juga penelitian terdahulu (Ramadhan, dkk, 2021) yaitu *miniplant* pengaturan aliran air penggerak turbin generator menggunakan PLC Omron CP1H dan HMI di mana percobaan ini pada grafik output untuk respon sistem didapatkan hasil rata - rata error pengukuran 5.09% pada pengujian dikatakan dalam kondisi yang baik dimana akurasi sensor masih dalam *range* -nya[5].

Penelitian ini dengan merancang dan membuat sebuah kontrol debit aliran air dengan menggunakan sensor water flow meter berbasis arduino. Arduino digunakan sebagai kontroler dari kontrol debit aliran air, arduino merupakan sebuah papan mikrokontroler kecil dengan konektor USB untuk penghubung pada komputer. Arduino dapat dikontrol dari komputer atau diprogram pada komputer lalu akan bekerja secara independen ketika sudah terupload program yang terprogram [6]. Arduino yang digunakan tipe Arduino Uno dimana merupakan minimum sistem *board* yang menggunakan mikrokontroler Atmega328[2]. Pada penelitian ini juga menggunakan sensor water flow sebagai pengukur debit aliran air yang mengalir. Sensor *water flow* berfungsi untuk menghitung debit aliran air yang mengalir yang memutar rotor dalam satuan liter. Rotor akan berputar dengan kecepatan yang berubah-ubah sesuai dengan kecepatan dari aliran air [7]. Sensor *water flow* yang dipilih yaitu tipe YF - S201 sensor debit ini biasanya digunakan untuk pemantau penggunaan air secara *real time*. Sensor water flow digunakan sebagai inputan yang nantinya akan diproses dan output berupa grafik respon sistem yang akan di tampilkan pada MATLAB serta terdapat tampilan LCD 16x2 sebagai tampilan hasil pembacaan debit dan nilai set point [4]. Sensor *water flow* sebagai sensor dan media *feedback* untuk pengaturan kecepatan motor [8]. MATLAB digunakan sebagai tampilan grafik respon sistem dimana MATLAB memiliki *library* yang dapat menjalankan simulasi model matematika, pengolahan sinyal digital dan sistem kendali [9]. Sedangkan LCD 16x2 merupakan media penampil atau semacam monitor. Sumber cahaya pada LCD 16x2 berasal dari lampu neon berwarna putih yang berada pada bagian belakang susunan kristal [2]. Pada LCD 16x2 digunakan I2C yang berfungsi untuk mengurangi penggunaan kaki LCD 16x2. Modul I2C memiliki 4 pin yang akan dihubungkan pada Arduino Uno yang sudah mendukung komunikasi I2C [10].



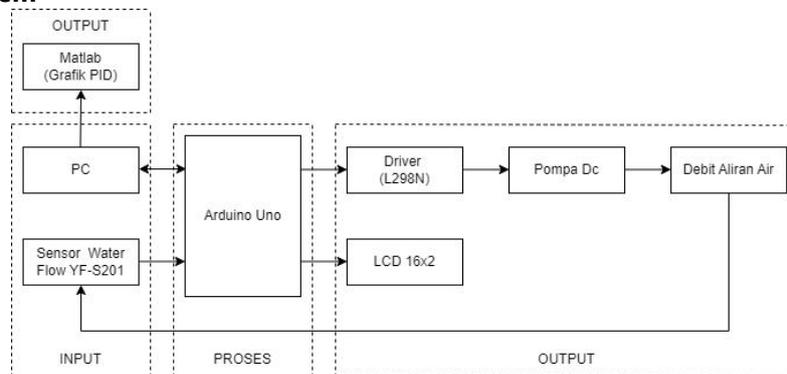
Untuk mengalirkan air menggunakan pompa DC yang diatur kecepatannya oleh driver motor. Pompa dc merupakan motor listrik yang memerlukan suopai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Pompa DC digunakan sebagai pemompa air dan mengalirkan air melewati sensor [2]. Driver motor DC menggunakan tipe L298N yang digunakan sebagai pengatur kecepatan pompa DC. Driver motor L298N merupakan driver motor dual H - *bridge* yang dapat mengendalikan atau mengoprasikan 2 buah motor sekaligus. Dasarnya driver motor ini mempunyai fungsi sama dengan saklar. Driver tipe ini kecepatan motor dapat diatur dengan *logic high low* dan modulasi lebar pulsa (PWM) [11].

Penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran praktik pada laboratorium, agar mahasiswa dapat mengimplementasikan langsung. Pengaturan debit aliran air dapat dimonitor pada komputer, monitor yang dilakukan untuk menampilkan grafik respon sistem. Penelitian ini untuk menunjang mahasiswa agar dapat menerapkan sebagai bahan pembelajaran. Diharapkan pada penelitian ini dapat menambah ketrampilan mahasiswa khususnya pada bidang sistem kendali,

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah cara kerja pengumpulan data lalu akan diolah data tersebut sehingga menghasilkan data yang berguna untuk memecahkan permasalahan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian " Sistem Kendali PID Aplikasi Mini Plant Water Flow Berbasis Arduino" ini menggunakan metode komparatif.

2.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Blok diagram seperti gambar 1 bagian input , PC digunakan untuk memasukkan nilai set point, Kp, Ki, dan Kd. Nilai set point untuk masukan *input* masukan debit aliran air yang diinginkan. Sensor *water flow* dengan membaca debit aliran air pada aliran air yang mengalir dan dikontrol menggunakan kontrol PID lalu akan ditampilkan grafik respon sistem melali *software* Matlab. Data dari blok diagram input maka akan diproses pada mikrokontroler Arduino Uno. Data yang dikirim menggunakan komunikasi kabel USB *type* B. Arduino Uno akan mengolah data dari sensor *water flow* lalu disesuaikan dengan *set point* beserta kontrol PID. Selanjutnya yang diproses dari Arduino Uno akan dikirimkan menuju bagian *output*. Diimana *driver* akan menerima data dari Arduino untuk menyalakan dan mematikan pompa DC. Matlab akan menampilkan grafik PID dari pergerakan output. LCD 16×2 digunakan sebagai menampilkan nilai set point dan debit aliran air. Debit aliran air akan terbaca terus oleh sensor *water flow* YF-S201 untuk mempertahankan set point yang diinginkan dan dikontrol menggunakan kontrol PID.

2.2 Perancangan Hardware

Perancangan hardware seperti gambar 2 adalah gambar rancangan alat yang terdiri dair tangki air dan box kontrol. Spesifikasi mekanik dari tangki air yaitu menggunakan bahan dasar akrilik 5mm dengan ukuran panjang tangki air 70 cm, lebar air 40 cm, dan tinggi tangki air 40 cm. Sedangkan spesifikasi ukuran untuk box kontrol yaitu menggunakan bahan dasar akrilik 3 mm dengan ukuran panjang box 30 cm, lebar box 25 cm, dan tinggi 8 cm. Pada

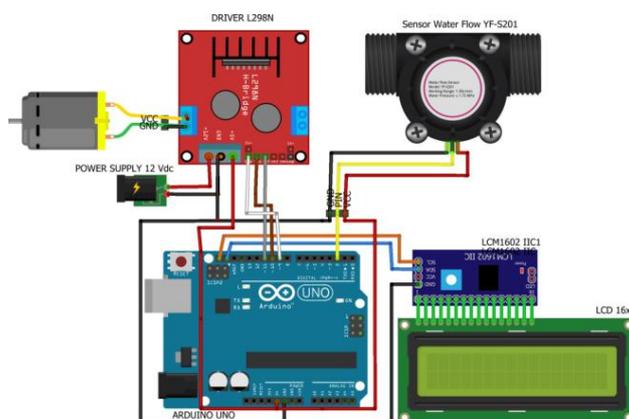


tangki terdapat sensor *water flow* YF-S201 yang berguna untuk membaca debit aliran air dan pompa air untuk memompa air, sensor *water flow* YF-S201 dan pompa di rangkai dan diletakan di kotak akrilik diatas tangki agar terlindungi dari air. Sedangkan pada box kontrol terdapat komponen *power supply*, Arduino Uno, *driver* L298N, LCD 16x2 dan I2C.



Gambar 2. Perancangan Hardware

2.3 Perancangan Elektronik



Gambar 3. Perancangan Elektronik

Pada perancangan seperti pada gambar 3 keseluruhan semua komponen pada alat dirangkai dan dihubungkan termasuk komponen pada box kontrol dan luar box kontrol. Box kontrol terdiri dari *driver* L298N, *power supply* 12 Volt, Arduino Uno, I2C, dan LCD 16x2. Sedangkan pada luar box kontrol terdiri dari sensor *water flow* YF-S201 dan pompa air. Box kontrol bagian keluaran pada sensor *water flow* terdapat 3 pin output yaitu pin VCC, GND, dan pin data maka dari itu pin - pin tersebut disambungkan dengan *jack banana female* yang akan disambungkan dengan sensor *water flow* yang terletak pada tangki menggunakan kabel *jack banana male*. Sedangkan box kontrol bagian *driver* L298N terdapat 2 pin output yaitu pin OUT1 sebagai VCC dan pin OUT2 sebagai GND. Untuk menghubungkan komponen - komponen yang didalam box kontrol dan yang di luar box kontrol menggunakan *jack banana female* dan kabel *jack banana male*.

Perancangan rangkaian pada sensor *water flow* menggunakan sensor yaitu tipe YF-S201. Sensor *water flow* YF-S201 terletak pada tangki dengan dilengkapi jack banana female. Pada Sensor YF-S201 terdapat 3 pin pada sensor yaitu pin VCC, GND, dan Pin data. Pin VCC merupakan pin untuk sumber tegangan positif yang akan disambungkan dengan pin 5v Arduino dan pin GND merupakan pin untuk sumber tegangan negatif yang akan disambungkan dengan pin GND Arduino. Sedangkan pin data pada sensor berguna sebagai membaca data yang akan disambungkan dengan pin 2 Arduino.

Perancangan rangkaian pada LCD 16x2 dengan I2C dan Arduino sebagai mikrokontroler. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan dua parameter yaitu set point dan debit air. Set point merupakan debit aliran air yang diinginkan dan debit air merupakan pembacaan debit aliran air secara *real time*. Modul I2C digunakan sebagai komunikasi antara LCD 16x2 dan Arduino, dikarenakan modul I2C dapat mengurangi penggunaan pin pada Arduino. Arduino mendukung komunikasi antara I2C dan LCD 16x2. Pada I2C terdapat 4 pin yaitu pin SCL, SDA, VCC, dan



GND yang akan dihubungkan pada pin di Arduino. Pin SCL dihubungkan dengan pin SCL pada Arduino dan pin SDA dihubungkan dengan pin SDA pada Arduino. Sedangkan Pin VCC merupakan pin untuk sumber tegangan positif yang akan disambungkan dengan pin 5v Arduino dan pin GND merupakan pin untuk sumber tegangan negatif yang akan disambungkan dengan pin GND Arduino. LCD 16×2 terletak pada box kontrol untuk menghubungkan pin I2C ke Arduino menggunakan kabel *male - female*.

Driver motor DC tipe L298N merupakan modul driver motor DC yang mengontrol kecepatan dan arah putaran motor DC. Driver bertujuan untuk mengatur kecepatan pompa air yang akan memengaruhi tingkat kecepatan pompa air diatur oleh PWM yang dikeluarkan dari pin PWM Arduino dan disambungkan dengan driver. Pada *driver* L298N terdapat beberapa pin yang dihubungkan dengan Arduino Uno yaitu pin Enable A pada driver dihubungkan dengan pin 9 pada Arduino untuk mengontrol pompa dengan memberikan logika *high* pada pin Enable A. Pin IN1 dan IN2 adalah pin input pada driver dihubungkan dengan pin 10 dan 11 pada Arduino untuk mengatur arah putar motor. Ketika pin input 1 *high* dan pin 2 *low* maka motor akan berputar searah jarum jam atau disebut CW (*clock wise*) dan sebaliknya. Pin 12 Volt DC *driver* dihubungkan dengan sumber tegangan 12 Volt DC pada power supply, pada rangkaian ini menggunakan power supply sebagai sumber tegangan. Pin 5 Volt DC pada *driver* dihubungkan dengan sumber tegangan 5 Volt DC pada Arduino, pada rangkaian ini menggunakan pin 5 volt pada Arduino sebagai sumber tegangan.

Pompa air terletak pada tangki sehingga terpisah dengan box kontrol. Untuk menghubungkan pompa air DC dengan box kontrol pada agar pompa dapat menyala. Pada pompa terdapat 2 pin pada pompa yaitu pin VCC dan GND. Pin VCC merupakan pin untuk sumber tegangan positif pompa air. Pada pin VCC dihubungkan dengan pin VCC OUT1 dari driver L298N. Pada pin GND merupakan pin untuk sumber tegangan negatif pompa air. Pada pin GND dihubungkan dengan pin GND OUT2 dari driver L298N.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor *water flow* YFS-201

Tujuan dari pengujian sensor *water flow* YF-S210 adalah untuk mengetahui pembacaan debit aliran air yang dihasilkan oleh sensor memiliki nilai yang akurat dengan alat ukur debit aliran air yaitu rota meter beserta perhitungannya serta presentase errornya.

TABEL I : DATA PENGUJIAN SENSOR *WATER FLOW* YF-S201

Kecepatan Pompa Air (PWM)	Perhitungan Debit Aliran Air (liter/menit)	Pengukuran Debit Aliran Air (liter/menit)	Presentase Error %
0	0	0	0 %
50	0,58	-	-
100	1,17	1,2	2,5 %
150	1,76	1,7	3,4 %
200	2,35	2,3	2,1 %
255	3	3	3 %
Rata - rata Error			1,6 %

Pada tabel I Pengambilan data dilakukan dengan mengatur kecepatan pompa air ketika diatur PWM nya mulai dari 0 hingga 255 dan mendapatkan rata - rata presentase error sebesar 1,6% .Selisih tersebut menjadi error dari pengujian sensor *water flow* YF-S201. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor *water flow* YF-S201 sudah dapat bekerja membaca debit aliran air

3.2 Pengujian Driver Motor DC

Pengujian driver motor DC bertujuan untuk mengetahui bahwa driver motor DC dapat bekerja sesuai nilai PWM dan tegangannya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan lampu DC sebagai indikator pengujian driver motor DC. Dengan hasil pengujian dan perhitungan driver motor DC pada tabel II dapat bekerja ketika nilai PWM diubah - ubah. Maka semakin besar nilai PWM, tegangan output akan semakin besar sehingga nyala lampu akan semakin terang.

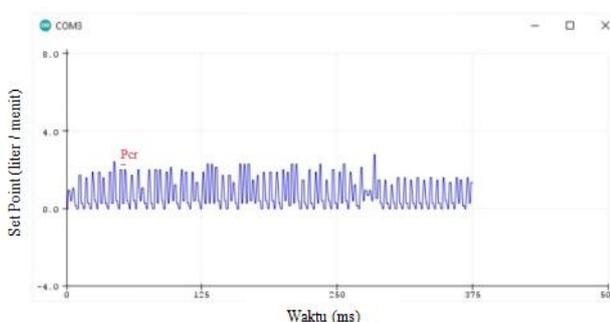


TABEL II: DATA PENGUJIAN DRIVER MOTOR DC

PWM	Tegangan Output (Pengukuran)	Tegangan Output (Perhitungan)	Presentase Error %	Keterangan Lampu
0	0 volt	0 volt	0%	Lampu mati
125	5,55 volt	5,88 volt	5,61 %	Lampu nyala redup
255	11,75 volt	12 volt	2,08 %	Lampu nyala terang

3.3 Pengujian Parameter Kontrol PID dengan Metode Ziegler Nichols

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati respon sistem alat terhadap sample dengan memasukkan nilai K_p , K_i , dan K_d . Kontrol PID digunakan sebagai mempertahankan debit aliran air yang sesuai inputan yang diberikan. Pengujian untuk menentukan nilai K_p , K_i , dan K_d dengan menggunakan perhitungan Ziegler Nichols. Perhitungan dari Metode Ziegler Nichols mengacu pada rumus yang dijabarkan dengan menggunakan perhitungan dari metode Ziegler Nichols 2. Dengan metode ini memasukkan nilai K_p saja hingga respon dari alat beresilasi dan nilai K_i serta K_d diberikan nilai 0. Pada metode ini diperoleh nilai K_p 16 untuk nilai K_p ketika sistem beresilasi disebut dengan K_{cr} (nilai K_p pada Metode Ziegler Nichols). Untuk mengamati grafik respon sistem pada pengujian dengan ini menggunakan serial plotter pada *software* Arduino IDE.



Gambar 4. Pengujian Parameter Kontrol PID pada Serial Plotter Arduino IDE

Pada gambar 4 dapat diamati pada percobaan ini didapatkan nilai periode saat beresilasi 6,08 s. Dari pencarian nilai K_p pada metode Ziegler Nichols ketika beresilasi maka dari data tersebut dapat ditentukan nilai T_i dan T_d , maka :

$$K_{cr} = 16 \qquad T_i = 0.5 \times P_{cr} = 0.5 \times 6.08 = 3.04$$

$$P_{cr} = 6.08s \qquad T_d = 0.125 \times P_{cr} = 0.125 \times 6.08 = 0.76$$

Setelah menentukan nilai T_i dan T_d maka untuk mencari nilai K_p , K_i dan K_d sebagai berikut :

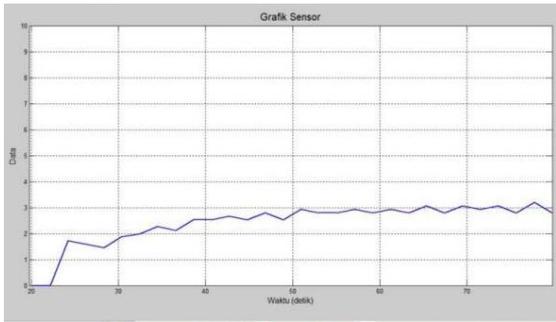
$$K_p = 0.6 \times K_{cr} = 0.6 \times 16 = 9.6$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{9.6}{3.04} = 3.2$$

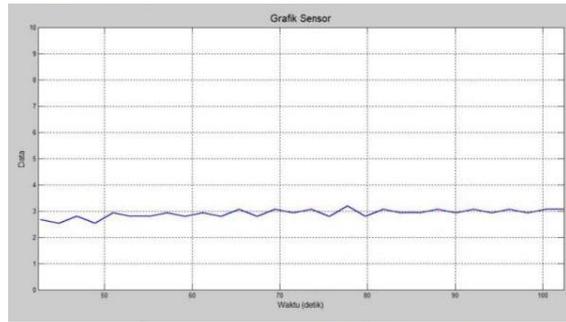
$$K_d = K_p \times T_d = 9.6 \times 0.76 = 7.296$$

Sehingga didapatkan nilai parameter awal K_p , K_i dan K_d yang diperoleh dari perhitungan Ziegler Nichols adalah K_p sebesar 9,6 , K_i sebesar 3,2 dan K_d sebesar 7,296. Hasil dari pengujian dengan set point sebesar 3 liter/menit dengan metode Ziegler Nichols menghasilkan error steady state sebesar 3,33% , delay time (T_d) sebesar 12,79 s, rise time (T_r) 54,07 s, peak time (T_p) 0 s, maximum overshoot 0%, dan setting time (T_s) 60,33 s. Dengan menggunakan nilai parameter PID yang di peroleh dari metode Ziegler Nichols maka grafik respon sistem pada gambar 5 ketika menuju *steady state* dan gambar 6 ketika *steady state* dapat dilihat sebagai berikut :





Gambar 5. Tampilan Grafik Respon Sistem Ketika Menuju Steady State

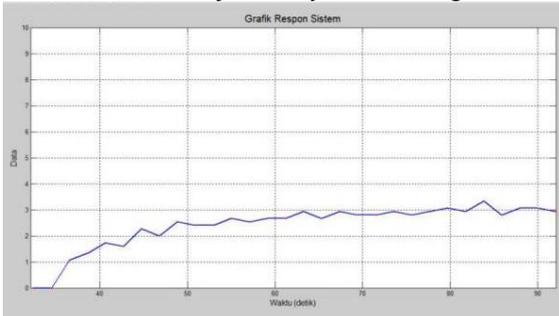


Gambar 6. Tampilan Grafik Respon Sistem Steady State

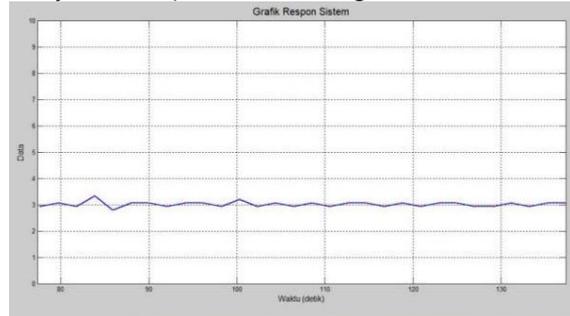
3.4 Pengujian Parameter Kontrol PID dengan Metode Tuning Manual

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati respon sistem alat terhadap sample dengan memasukkan nilai K_p , K_i , dan K_d . Kontrol PID digunakan sebagai mempertahankan debit aliran air yang sesuai inputan yang diberikan. Penentuan nilai K_p , K_i , dan K_d pada metode Tuning Manual di cari secara acak hingga mendapat respon sistem paling baik dengan menggunakan parameter nilai K_p , K_i , dan K_d yang di dapat dari metode Ziegler Nicholas sebagai pembanding.

Sehingga didapatkan nilai parameter awal K_p , K_i dan K_d yang diperoleh dari metode Tuning Manual adalah K_p sebesar 15,36 , K_i sebesar 5,12 dan K_d sebesar 11,672. Hasil dari pengujian dengan set point sebesar 3 liter/menit dengan Tuning Manual menghasilkan error steady state sebesar 3,33% , delay time (T_d) sebesar 11,87 s, rise time (T_r) 60,05 s, peak time (T_p) 0 s, maximum overshoot 0%, dan setting time (T_s) 78,77 s. Dengan menggunakan nilai parameter PID yang di peroleh dari metode Tuning Manual maka grafik respon sistem pada gambar 7 ketika menuju *steady state* dan gambar 8 ketika *steady state* dapat dilihat sebagai berikut :



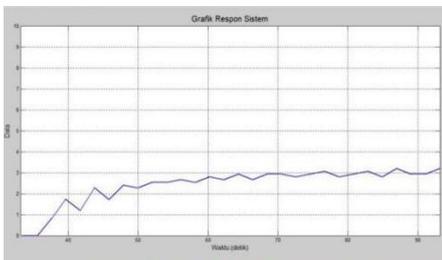
Gambar 7. Tampilan Grafik Respon Sistem Ketika Menuju Steady State



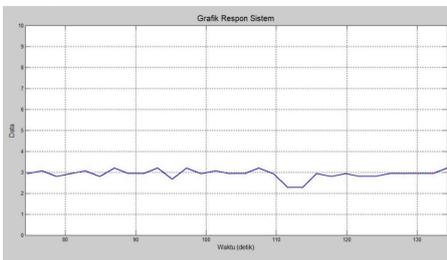
Gambar 8. Tampilan Grafik Respon Sistem Steady State

3.5 Pengujian Sistem Dengan Gangguan

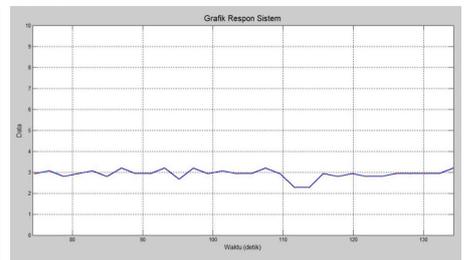
Pengujian sistem dengan gangguan ini bertujuan untuk pengamatan respon sistem alat ketika diberi gangguan akan berusaha mempertahankan kembali.



Gambar 9. Tampilan Grafik Respon Sistem Ketika Menuju Steady State



Gambar 10. Tampilan Grafik Respon Sistem Ketika Diberi Gangguan



Gambar 11. Tampilan Grafik Respon Ketika Menuju Steady state Kembali
p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



Pengujian pemberian gangguan pada set point 3 liter / menit dapat dilihat respon sistem yang di kontrol menggunakan PID menunjukkan bahwa berusaha mempertahankan set point yang telah diatur dapat dilihat pada grafik respon sistem pada gambar 9 ketika menuju *steady state* dan gambar 10 ketika diberi gangguan serta pada gambar 11 ketika menuju *steady state* Gangguan yang diberikan dengan menutup pipa yang menuju sensor *water flow*. Maka ketika diberikan gangguan kontrol PID berusaha kembali menaikkan debit aliran air sesuai dengan set point yang di inginkan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa sistem yang dirancang untuk mengontrol debit aliran air dapat berfungsi sesuai perancangan dan modul sehingga dapat digunakan untuk menguji sistem kontrol debit aliran air yang utamanya untuk pembelajaran. Berikut merupakan kesimpulan yang di dapat dari pengujian yang telah dilakukan, yaitu antara lain :

1. Parameter pencarian nilai Kp, Ki dan Kd menggunakan 2 metode yaitu metode Ziegler Nichols dan Tuning Manual.
2. Dengan metode Ziegler Nichols nilai Kp sebesar 9,6 , Ki sebesar 3,2 dan Kd sebesar 7,296. Hasil dari pengujian dengan metode Ziegler Nichols menghasilkan error steady state sebesar 3,33% , delay time (Td) sebesar 12,79 s, rise time (Tr) 54,07 s, peak time (Tp) 0 s, maximum overshoot 0%, dan setting time (Ts) 60,33 s.
3. Dengan metode Tuning Manual nilai Kp sebesar 15,36 , Ki sebesar 5,12 dan Kd sebesar 11,672. Hasil dari pengujian dengan Tuning Manual menghasilkan error steady state sebesar 3,33% , delay time (Td) sebesar 11,87 s, rise time (Tr) 60,05 s, peak time (Tp) 0 s, maximum overshoot 0%, dan setting time (Ts) 78,77 s.
4. Ketika sistem diberi gangguan sistem dapat kembali lagi menuju *steady state*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, M.M., Dwijayanti, S., Adawiyah, N.A. and Suprpto, B.Y., (2019). *Pengoptimalan Kinerja Water Pump Dengan Algoritma Pid Pada Mini Pdam Water Treatment*. Jurnal *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, pp.783-789
- [2] Tika, S.W., Baqaruzi, S., & Muhtar, A. (2021). *Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Air Menggunakan Kontrol PID*. Jurnal ELECTRON. Vol2 No.1, Mei 2021. Sumatera : Teknik Elektro Institusi Teknologi Sumatera.
- [3] Salamena, G.A., & Salamena, V. (2020). *Analisa Penentuan Konstanta Pengendali PID Menggunakan Garid Singgung Metode Ziegler-Nichols 1 Pada Titik Koordinat Kurva Tanggapan Keluaran Plant*. Jurnal SIMETRIK. Vol10 No.2, 2020. Ambon : FMIPA fisika niversitas Pattimura dan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon
- [4] Siswandi. (2013). *Analisa Perbandingan PID dan PD Pada Pengendalian Motor Indukdi Fasa Tiga Berbasis Tuning Simulasi Matlab*. Jurnal Teliska. Vol5 No.2, 2013. Palembang : Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
- [5] Ramadhan, P.S.A., & Putri, Z.A. (2021). *Miniplant Pengaturan Air Penggerak Turbin Generator Menggunakan PLC Omron CP1H dan HMI*. Laporan Akhir. Malang : Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang
- [6] Wijaya, D., Triyanto, D., Ilhamsyah. (2016). *Prototipe pengukuran Debit Air Secara Digital Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga*. Jurnal Coding Sistem Komputer Untan. Vol4 No.3, 2016. Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
- [7] Saputra, E., Kabib, M., & Nugraha B.S. (2019). *Rancangan Bangun Sistem Kontrol Debit Air Pada Pompa Paralel Berbasis Arduino*. Jurnal CRANKSHAFT. Vol 2 No.1, 2019. Kudus : Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus
- [8] Andreas, A., Priyandoko, G., & Mukhsim, M. (2020). *Kendali Kecepatan Motor pompa Air DC Menggunakan PID - CSA Berdasarkan Debit Air Berbasis Arduino*. JASSE. Vol1 No.1, Maret 2020. Malang: Universitas Widyagama Malang
- [9] Priambodo, A, S., & Sony, A. (2019). *Studi Komparasi Simulasi Sistem Kendali PID Pada MATLAB, GNU, Octave, Scilab, dan Spyder*. ELINVO. Vol.4 No.2, November 2019. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
- [10] Natsir, M. Rendra, D.B. & Anggara A.D.Y. (2019). *Implementasi IoT untuk Sistem Kendali AC Otomatis pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya*. Jurnal PROSISKO. Vol.6, No.1. 2019. Serang: Program Studi Rekayasa Sistem Komputer. Fakultas Teknologi Informasi. Universitas Serang Raya
- [11] Krismadinata & Muhardian, R. (2020). *Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic*. JTEV. Vol.06 No.01, Februari 2020. Padang : Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

