

Pengontrol Suhu Ruangan menggunakan Metode PID

Room Temperature Controller uses the PID

Ramadan Firdaus, Wildan Zulfikar

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung
Email : ramadanfirdaus5@email.unikom.ac.id

Abstrak - Sistem pengendalian secara otomatis dewasa ini banyak memberikan keuntungan bagi manusia. Selain dapat mempercepat waktu kerja, pengendalian otomatis juga dapat mengurangi kesalahan yang dilakukan oleh manusia (human error) dan meningkatkan efektifitas kerja. Salah satu aplikasi pengendalian otomatis adalah pengendalian suhu dengan tujuan memperoleh suhu yang diinginkan dalam waktu yang relatif singkat serta dapat mempertahankan suhu dalam kondisi stabil. Sistem pengendalian suhu dapat diimplementasikan menggunakan board Arduino dan LabVIEW. Pada sistem pengendalian suhu ini digunakan satu buah sensor suhu LM35. Sensor suhu tersebut diletakkan pada posisi yang berdekatan dengan kipas di dalam plant untuk mengetahui penyebaran suhu yang terjadi pada plant. Data dari sensor kemudian masuk ke board Arduino, yang pada sistem pengendalian suhu ini berfungsi sebagai akuisisi data. Untuk menjaga suhu di dalam plant, digunakan kipas ventilasi untuk menurunkan suhu jika suhu di dalam plant melebihi set point. Untuk mengendalikan kipas ventilasi ini digunakan kendali PID yang diimplementasikan melalui LabVIEW. Selain mengimplementasikan kendali PID, LabView digunakan sebagai tampilan antar muka untuk mengetahui suhu aktual dari plant kecepatan RPM dari kipas yang digunakan dan pengisian parameter PID. Pada kendali PID diperlukan tiga parameter yang bisa didapatkan dengan penalaan Ziegler-Nichols. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa respon plant adalah osilasi kontinyu dan bisa diatasi dengan menggunakan penalaan osilasi kontinyu Ziegler-Nichols. Dengan menggunakan kendali PID pada LabVIEW dan penalaan parameter menggunakan metode Ziegler-Nichols, untuk set point suhu 28°C didapatkan respon plant sebesar $(28 \pm 0,5)$ °C. Dengan kata lain pengendalian suhu menggunakan kendali PID dan metode Ziegler-Nichols memiliki error dibawah 2% yang menunjukkan bahwa sistem kendali suhu ini layak untuk digunakan.

Kata kunci : Suhu, Kendali PID, LabVIEW, board Arduino, Ziegler-Nichols.

Abstract - Today's automatic control system provides many benefits for humans. Apart from being able to increase work time, automatic control can also reduce human errors and increase work effectiveness. One application of automatic control is controlling temperature with the aim of obtaining the desired temperature in a relatively short time and can maintain the temperature in a stable condition. The temperature control system can be applied using the Arduino and LabVIEW boards. In this temperature control system one LM35 temperature sensor is used. The temperature sensor is placed in a position that is adjusted to the inside of the plant to find the temperature transfer that occurs in the plant. Data from the sensor then goes to the Arduino board, which in this control system uses data as an acquisition. To maintain the temperature inside the factory, use a ventilation fan to lower the temperature if the temperature inside the plant exceeds the set point. To control the fan used this controls the PID which is implemented through LabVIEW. In addition to implementing the PID control, LabView is used as an interface to find out the actual temperature of the plant RPM speed of the fan used and filling in the PID parameters. In the PID approval three parameters can be obtained with Ziegler-Nichols penalties. The results of the study show that the plant response is continuous oscillation and can be overcome by using Ziegler-Nichols continuous oscillation punishment. By using LabVIEW PID and punishment parameters using the Ziegler-Nichols method, for a set point temperature of 28°C the plant response is (28 ± 0.5) °C. In other words controlling temperature using the PID control and the Ziegler-Nichols method have errors below 2% indicating that the temperature control system is feasible to use.

Keyword : Temperature, PID Control, LabVIEW, Arduino board, Ziegler-Nichols.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem kendali merupakan suatu sistem yang tidak bisa dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari saat ini. Sistem kendali dapat ditemui dalam kendali pesawat, kendali robot, suhu ruangan, mesin cuci dan lain sebagainya. Dengan adanya sistem kendali diharapkan dapat membuat suatu proses yang stabil, akurat dan tepat waktu. Sistem kendali merupakan hubungan antara komponen yang membentuk suatu sistem yang akan menghasilkan tanggapan sistem sesuai dengan yang diharapkan. Sistem kendali dapat dibedakan menjadi sistem kendali manual dan kendali.

Kendali otomatis dapat memberikan keuntungan bagi manusia, selain untuk mempercepat proses kerja, sistem kendali otomatis dapat mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh manusia (human error). Salah satu bentuk pengaplikasian sistem pengendalian otomatis adalah untuk pengendalian suhu ruangan. Suhu ruangan merupakan sesuatu yang sangat sering dipermasalahkan oleh beberapa orang terkait dengan kenyamanan ruangan tersebut. Setiap ruangan memiliki suhu standar masing-masing sesuai dengan kebutuhan dan kegunaannya. Sistem pengendalian suhu ruangan harus dapat menyetabilkan suhu ruangan sesuai dengan yang diinginkan. Sistem tersebut harus didesain mempunyai respon tanggapan terhadap masukan suhu yang diinginkan dan error dari suhu yang dideteksi [1]. Sistem kendali proportional integral and derivative (PID) merupakan salah satu ilmu kontrol yang telah banyak digunakan karena keandalannya dalam menyetabilkan suatu sistem. Dalam menstabilkan sistemnya kendali PID memerlukan error yang didapat kemudian merubahnya mejadi respon sistem hingga sistem tersebut dapat stabil secara otomatis.

B. Tinjauan *State of Art*

Suhu dalam suatu ruangan dapat berubah sesuai dengan keadaan lingkungan disekitar. Suhu panas dalam suatu ruangan dapat terasa saat udara disekitar ruangan tersebut panas, begitupun saat dingin. Dengan adanya alat elektronik yang dapat mengeluarkan atau menghasilkan udara yang dapat merubah suhu disuatu ruangan merupakan suatu bentuk untuk mengatasi permasalahan dari suhu ruangan tersebut, alat-alat tersebut memiliki kontrolnya dalam menghasilkan udaranya adanya yang dengan mengeluarkan udara dingin sesuai dengan suhu yang diinginkan seperti *Air*

Conditioner (AC), adapula alat elektronik yang menghasilkan udara dinginnya melalui cepat lambatnya pergerakan mekanik dari baling-baling yang dimiliki seperti kipas angin, semakin cepat baling-baling yang berputar maka udara atau suhu bisa terasa lebih dingin.

Sistem kontrol suhu yang ada saat ini telah di terapkan pada beberapa perangkat pendingin ruangan atau dikenal dengan AC maupun pada penghangat ruangan. Cara kerja AC yang bersirkulasi dengan mengambil atau menarik udara panas dan mengeluarkan udara dingin hingga suhu yang diharapkan tercapai, dengan mengandalkan sensor suhu pada AC apabila suhu telah sesuai maka sistem sirkulasi akan berhenti dan mulai bekerja lagi setelah udara dalam suatu ruangan terdeteksi perubahan [2]. Begitupun pada penghangat ruangan, alat ini akan mengeluarkan udara panas hingga mencapai suhu yang diinginkan kemudian sistem kontrol akan mematikan pengeluaran udara panas dan akan menyala kembali pada saat suhu yang terdeteksi mengalami perubahan dari yang diinginkan.

Sistem kontrol lain yang ada pada alat pendingin adalah dengan memanfaatkan sensor yang dapat mendeteksi adanya manusia, pada beberapa pendingin ruangan sistem kontrol ini digunakan untuk mengatur nyala dan matinya alat pendingin ruangan dengan teknik kontrol ini diharapkan penggunaan pendingin dapat lebih efisien karena tidak perlu menyalakan dan mematikan secara manual sistem akan membuat pendingin terus menyala sesuai dengan yang diinginkan selama ada manusia yang terdeteksi oleh pendingin tersebut [2].

Sistem kontrol otomatis dalam perangkat elektronik seperti pendingin ruangan atau AC telah menjadi hal yang luas pengembangannya. Namun penggunaan pendinginan ruangan untuk suatu ruangan yang tidak terlalu luas atau yang memiliki faktor lingkungan yang tidak telalu dingin penggunaan AC dianggap tidak efektif dan memakan energi yang tidak sedikit [2].

Sistem kendali pada peralatan elektronik lainnya adalah yang terdapat pada kipas angin. Sistem kontrol yang sudah ada pada kipas angin dari awal adalah pengontrol manual, dengan memindahkan saklar maka kecepatan putaran baling-baling akan semakin cepat atau melambat. Beberapa penelitian telah menambahkan sistem kontrol pada kipas angin konvensional biasa seperti dapat mengatur kecepatan putaran baling-baling dengan menggunakan aplikasi android sehingga cepat lambatnya putaran tidak perlu

mendekati kipas angin, cukup menggunakan smartphone mengendalikannya [3].

Sistem kontrol lainnya pada kipas angin adalah dengan menggunakan sensor pendeteksian manusia, pada sistem ini kipas angin dapat dikontrol untuk arah hembusannya, dengan memanfaatkan sensor yang dapat mendeteksi keberadaan manusia di area kerja dari kipas tersebut maka kipas angin akan mengarahkan arah hembusannya tepat ke arah manusia yang terdeteksi oleh sensor [3]. Sistem tersebut adalah sistem kontrol yang telah digunakan pada kipas angin sebagai pengatur suhu ruangan.

Kipas angin yang merupakan elektronik yang dapat merubah suhu disuatu ruangan saat ini telah banyak ditambahkan sensor dan pengendalian lainnya seperti pada penjelasan sebelumnya, namun pada penelitian tersebut dalam hal pengontrolan suhu ruangan, masih jauh dari yang diharapkan, kipas angin hanya meniupkan udara untuk menurunkan suhu tanpa mengetahui suhu aktual dari ruangan tersebut dan menyetabilkan suhu ruangan tersebut. Dibutuhkan sistem monitoring, input data dan pengontrolan kecepatan putaran baling-baling yang dapat menyetabilkan suhu pada ruangan tersebut.

Pengendali menggunakan PID lainnya diimplementasikan pada system navigasi *wall following*. Kendali PID ini digunakan untuk memuluskan robot ketika sedang melakukan navigasi baik telusur kiri maupun kanan. Dengan kendali PID robot *wall follower* mampu bernavigasi dengan aman, stabil dan responsif. Penentuan parameter kendali diperoleh dari hasil *tuning*.

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem kontrol berbasis PID pada kipas agar dapat mengatur suhu ruangan berdasarkan suhu yang dirasakan oleh sensor dengan suhu yang diinginkan oleh pengguna. Selain pengontrolan sistem yang dibuat juga memiliki *graphic user interface* (GUI) sehingga dapat menampilkan suhu aktual dari ruangan tersebut sehingga pengguna dapat memastikan suhu yang terbaca telah sesuai atau tidak. Pada GUI tersebut terdapat pula pengontrol lainnya seperti saklar virtual dan juga parameter untuk memasukan nilai PID untuk pengontrolan kecepatan putaran baling-baling.

D. Sistematika Pembahasan

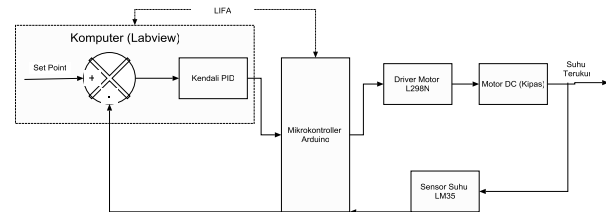
Sistematika pada penulisan penelitian ini terdiri dari beberapa bagian. Pada bagian 2 akan menjelaskan tentang perancangan sistem kendali

yang digunakan dan diagram alir dari penelitian yang dilakukan. Pada bagian 3 akan memaparkan proses uji coba dan data yang didapat dari peneleitian yang dilakukan. Untuk Kesimpulan akan disajikan pada bagian 4.

II. METODOLOGI

A. Perancangan Sistem Kendali

Blok kendali yang akan digunakan pada sistem ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram blok sistem Kendali

Pada **Gambar 2** blok kendali sistem PID terdapat di dalam sebuah program Labview. Set point diatur terlebih dahulu agar kendali PID dapat berjalan. Komunikasi antar *hardware* dan *software* menggunakan LIFA (*Labview Interface For Arduino*). Mikrokontroler mengirimkan perintah kecepatan motor untuk mengatur kipas, kipas diatur berdasarkan suhu terukur dan hasil pemrosesan data yang dilakukan oleh kendali PID.

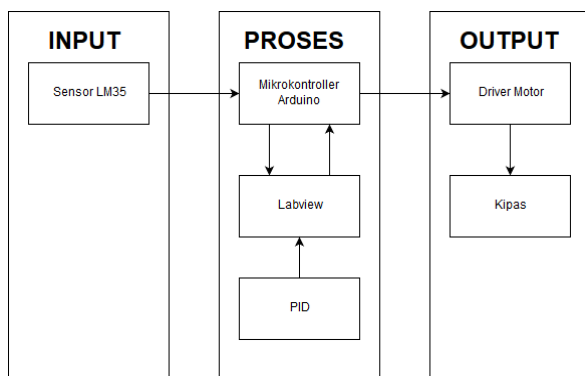
Pengendalian kipas diatur oleh sebuah sinyal *PWM* (*Pulse Width Modulation*), dimana *duty cycle* PWM ini diatur oleh sinyal keluaran dari kendali PID. Dengan demikian suhu yang terbaca akan dikendalikan oleh kipas yang bekerja sesuai dengan kendali PID.

B. Blok Diagram

Dalam perancangan suatu sistem pengaturan suhu ruangan menggunakan PID, setelah mengetahui kontrol PID dan metode tuning dari sistem kontrol akan bagaimana, hal selanjutnya adalah membuat suatu gambaran penerapan sistem tersebut agar dapat digunakan untuk mengatur suhu pada suatu ruangan, maka dibuatlah blok diagram dari proses tersebut. Dengan menggunakan blok diagram dapat dipisahkan mana yang termasuk bagian input, proses dan output dari sistem tersebut. Berdasarkan blok diagram bagian input yang berupa sensor akan menjadi data acuan yang kemudian diproses oleh bagian pemroses, kemudian sistem memberi respon tanggapan terhadap sensor yang terbaca dan diproses

menjadi pergerakan pada bagian output hingga sistem keluaran dapat sesuai dengan yang diharapkan.

Pada sistem yang dirancang terdiri dari *single input* and *single output*. Pada bagian *output* digunakan sensor yang dapat mendeteksi perubahan suhu dari ruangan yang akan ditempatkan system pengatur suhu ruangan tersebut, pada penelitian ini sensor yang digunakan sebagai input adalah sensor LM35, sensor ini digunakan karena memiliki perubahan sekitar 1°C , sensor ini akan mendeteksi perubahan suhu yang terjadi pada udara yang ada pada sensor tersebut, sensor tersebut memiliki IC yang sensitive terhadap perubahan suhu, dengan adanya perubahan suhu tersebut akan membuat hasil keluaran dari sensor tersebut berubah, keluaran dari sensor lm35 adalah tegangan yang akan terus berubah sesuai dengan suhu yang dirasakan pada bagian IC tersebut. Pada bagian proses terdapat mikrokontroler arduino dan perangkat komputer yang *terinstall* perangkat lunak labview sebagai bahasa pemrograman yang berisikan sistem pengontrol PID [4]. Pada bagian output terdapat sebuah driver motor yang terhubung dengan motor dc yang memiliki baling yang diatur kecepatannya untuk memberi efek pada suhu ruangan tersebut. Adapun blok diagram dari sistem yang dirancang terdapat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Blok Diagram Proses

C. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dalam penelitian ini adalah sebagai penerapan sistem yang telah didesain sebelumnya, perancangan perangkat terdiri dari pembuatan sebuah purwarupa ruangan untuk menguji sistem dan penempatan komponen-komponen yang digunakan pada penelitiannya yang dilakukan. Purwarupa dari ruangan yang dibuat berukuran 17×17 cm, yang didalamnya diletakkan sebuah lampu AC, lampu AC ini digunakan untuk memberikan efek perubahan suhu pada ruangan

tersebut, dan pada ruangan tersebut pula diletakkan sebuah sensor lm35 dan motor dc yang terhubung dengan driver motor untuk menerima sinyal masukan dari mikrokontroler mengatur kecepatannya sesuai dengan data masukan dari sensor suhu yang dirasakan.

Penempatan sensor suhu diletakkan dibelakang pembuangan udara pada ruangan, penempatan dibelakang baling-baling bertujuan untuk merasa perubahan suhu yang cepat ketika sistem berfungsi. Sedangkan untuk mikrokontroler dan juga driver motor diletakkan diluar dari ruangan yang akan disensor. Adapun bentuk dari perangkat lunak yang dirancang adalah seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Rancangan perangkat keras

D. Perancangan Perangkat Lunak

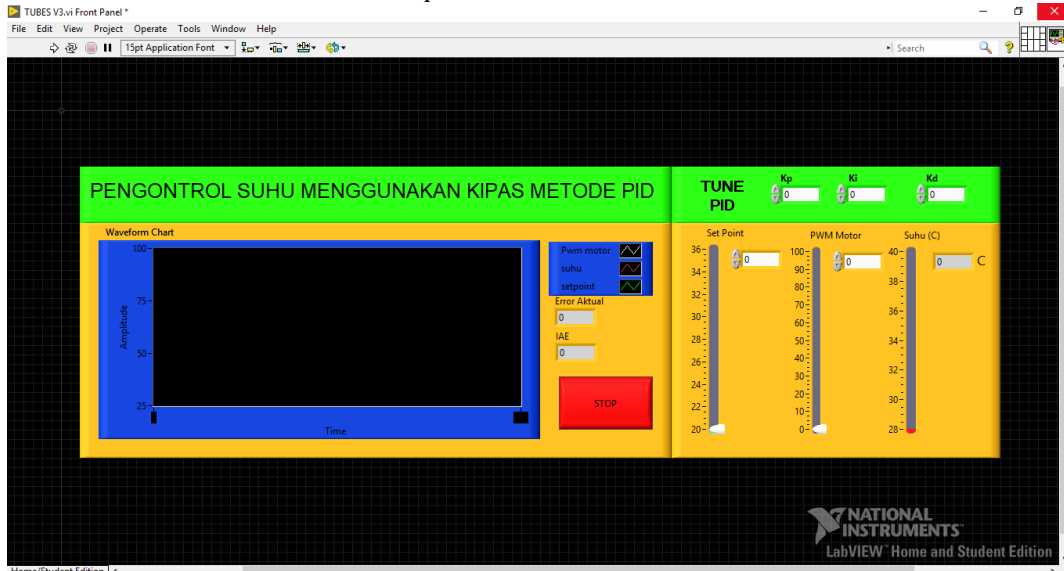
Dalam perancangan sistem kontrol suhu ruangan menggunakan PID, Perancangan perangkat lunak terdiri dari pembuatan *Graphic User Interface* (GUI) yang berisikan sistem monitoring dari sensor suhu yang berupa grafik, selain suhu yang ditampilkan pada grafik tersebut ditampilkan pula nilai set point dari suhu yang ingin dicapai, pwm dari motor atau kipas pendingin ruangan. Selain itu pada GUI terdapat tombol ON/OFF untuk menjalankan sistem dan menghentikannya, dan terdapat pula 3 buah number box untuk memasukan nilai parameter K_p , K_i , dan K_d . Dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Perancangan lainnya adalah pembuatan program kontrol PID Terdapat pula program kontrol PID untuk mendapatkan nilai P, I, D, dan PID, pada perancangan ini pula dibuat program pembacaan suhu. Dapat dilihat berturut dari **Gambar 4** sampai **Gambar 11**. **Gambar 8** merupakan tampilan dari program pengontrol suhu menggunakan kipas dengan metode PID. Untuk melakukan tune PID sudah disediakan kolom yang dapat diisi dengan angka yaitu kolom

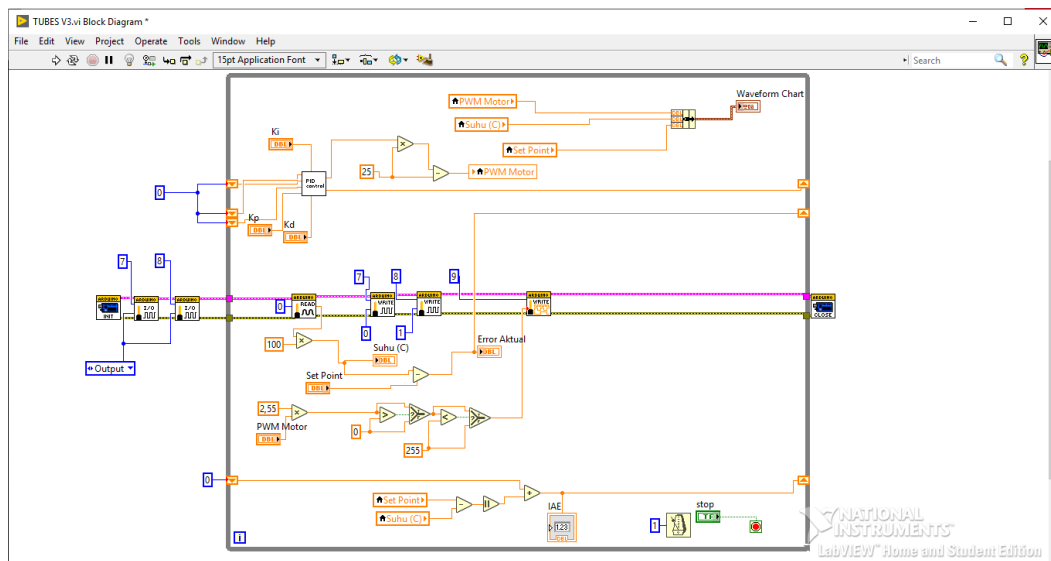
Kp, Ki dan Kd. Set point dapat diatur secara manual untuk menentukan batas agar system dapat bekerja. PWM motor bekerja secara otomatis berdasarkan nilai dari *set point*.

bernilai lebih rendah dari suhu, maka system akan bekerja berdasarkan tune PID, namun jika *set point* bernilai lebih tinggi dari suhu, maka system akan diam hingga suhu melebihi *set point*.

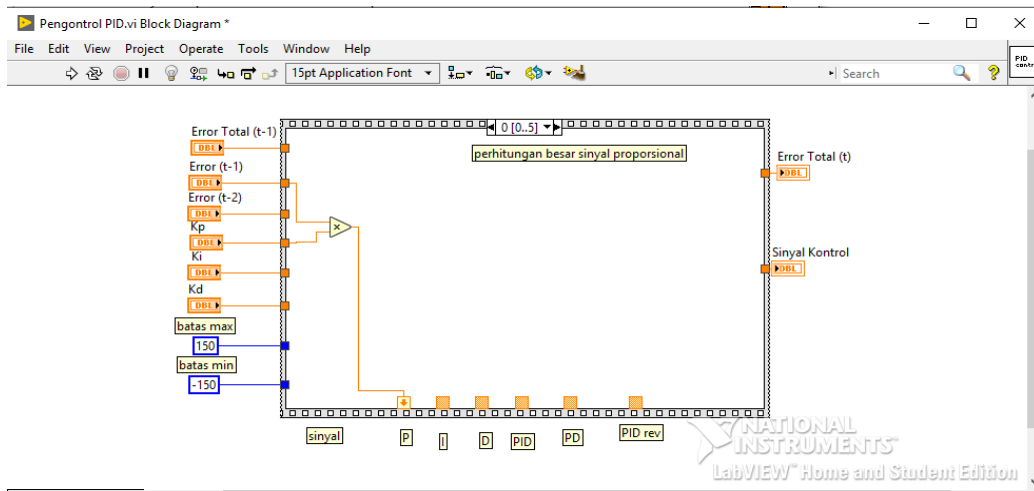
Suhu bekerja secara otomatis berdasarkan data yang diterima dari sensor. Ketika *set point*



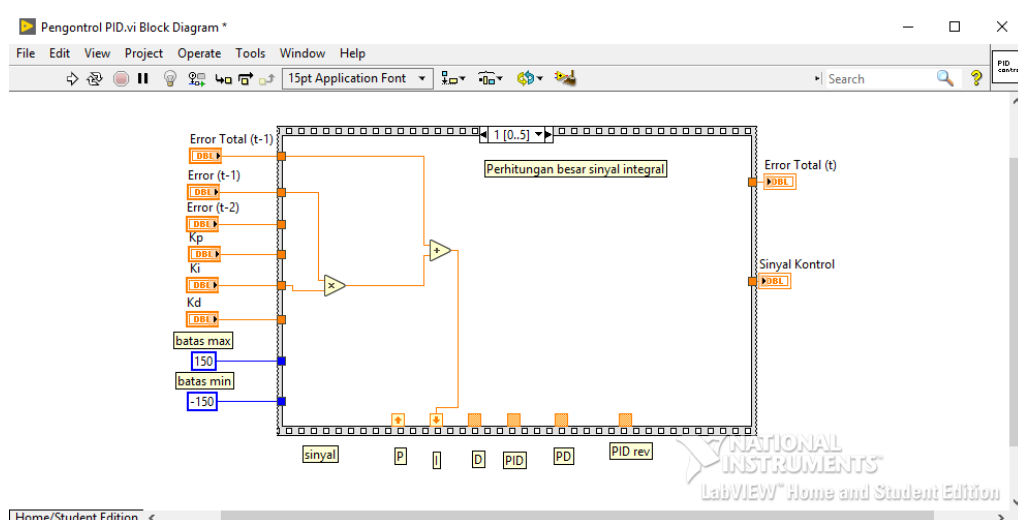
Gambar 4. GUI kontrol suhu menggunakan Labview



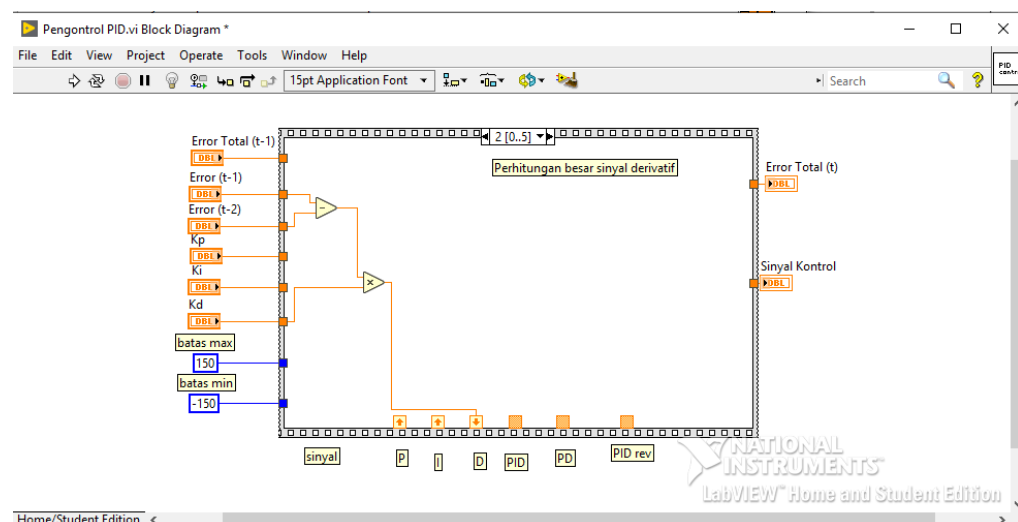
Gambar 5. Program kontrol suhu menggunakan Labview



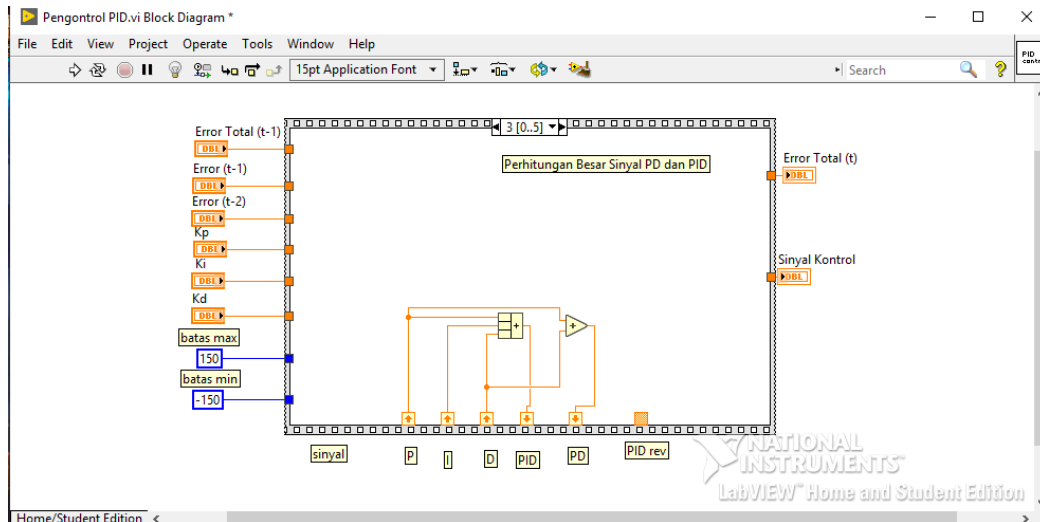
Gambar 6. Perhitungan sinyal Proporsional



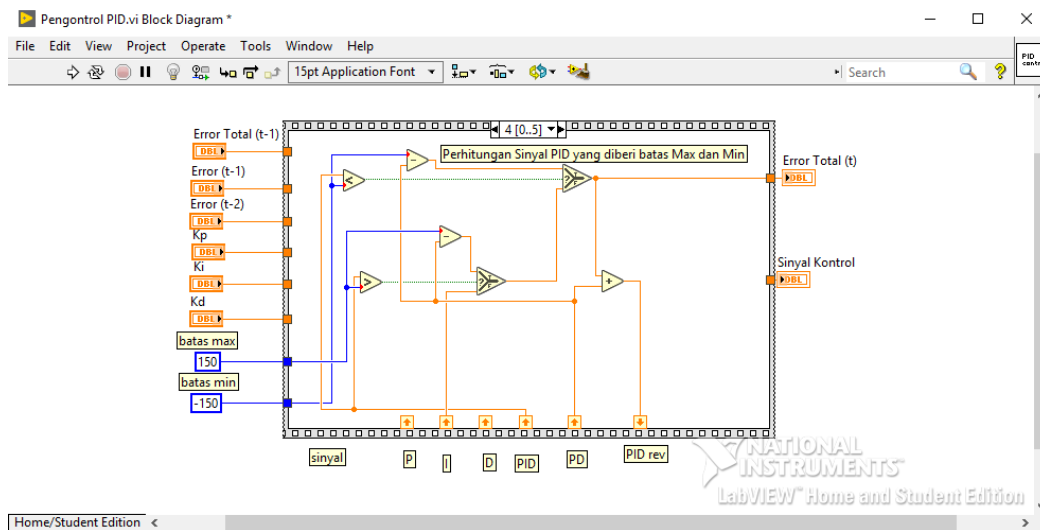
Gambar 7. Perhitungan sinyal Integral



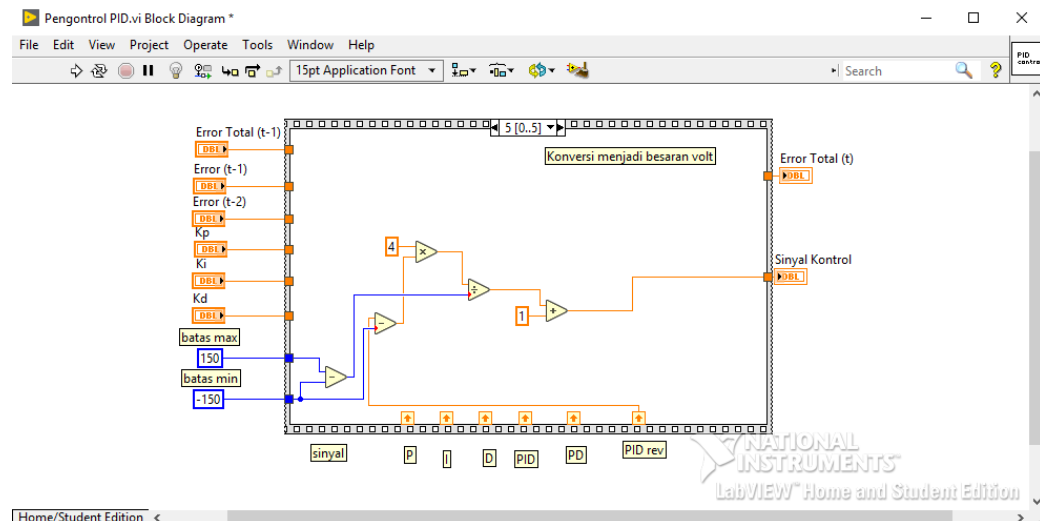
Gambar 8. Perhitungan sinyal Derivatif



Gambar 9. Perhitungan sinyal PD dan PID



Gambar 10. Perhitungan sinyal PID dengan batas maximum dan minimum



Gambar 11. Konversi menjadi besaran volt

E. Pengoperasian Sistem

Proses pengoperasian sistem dimulai dengan mengupload program Lvifa_Base kedalam Arduino, selanjutnya adalah mengintegrasikan

antara perangkat keras dengan personal komputer, layaknya pemrograman menggunakan Arduino pin-pin dari sensor suhu dan driver motor dimasukkan ke pin Arduino sesuai dengan pin yang telah di

deklarasikan pada program labview. Untuk memulai menjalankan program pertama masukan terlebih dahulu nilai Kp, Ki, dan Kd. Kemudian atur setpoint yang diinginkan berapa besarnya setelah beberapa parameter tersebut diatur hal selanjutnya adalah menjalankan program tersebut dengan menekan tombol RUN yang berada dibagian pojok kiri atas dari labview tersebut, selain menjalankan program langkah yang dilakukan secara bersamaan adalah dengan menyalakan ampu pijar, lampu pijar yang disini digunakan sebagai pemberi efek suhu panas harus dinyalakan supaya memberikan perubahan suhu pada sistem dan sistem mulai melakukan pembacaan, hasil pembacaan sensor akan tampil dalam bentuk grafik. Adapun untuk lebih jelasnya bisa mengunjungi link video dan tutorial di bawah ini. Untuk tutorial, program, Lifa, Lvifa base dapat ditemukan di Instructables dan video dapat dilihat diyoutube.

<https://www.instructables.com/id/Control-Temperature-Home-With-PID-and-Labview/> dan <https://github.com/ramadanfirdaus5/Labview> dan Video <https://youtu.be/swSoK3K07sg> <https://youtu.be/MCBMbOV5L8g>

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

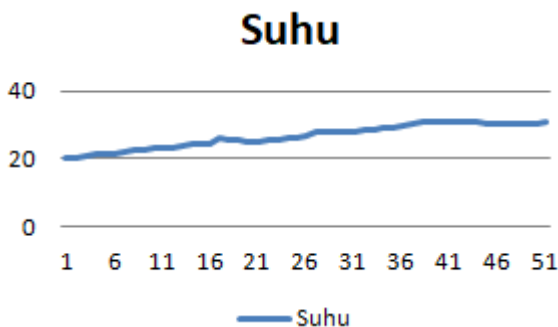
Pengujian dilakukan secara bertahap mulai pengujian sistem pendeteksian hingga pengujian secara keseluruhan. Adapun pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

A. Pengujian dan Data Sensor Suhu

Pengujian dilakukan dengan menyalakan lampu AC dan menjalankan program pada GUI, dengan menjalankan program maka sensor akan mulai membaca dan menampilkan pada grafik yang tersedia pada GUI. Adapun hasil dari pembacaan sensor dapat dilihat pada **Tabel I**. Berdasarkan **Tabel I**. Hasil dari pembacaan sensor jika dimasukkan kedalam bentuk grafik dapat dilihat pada **Gambar 12**.

Tabel I. Hasil pembacaan data sensor

Waktu (detik)	Suhu (°C)
1	20
2	20.2
3	20.65
4	21.19
5	21.2
6	21.56
7	21.98
8	22.65
9	22.85
10	22.99
11	23
12	23.21
13	23.68
14	24.19
15	24.2
16	24.56
17	25.98
18	25.65
19	25.85
20	25
21	25.2
22	25.41
23	25.68
24	26.19
25	26.2
26	26.56
27	27.98
28	27.65
29	27.85
30	28
31	28.1
32	28.41
33	28.68
34	29.19
35	29.23
36	29.56
37	30.18
38	30.75
39	30.85
40	31
41	31.34
42	31.35
43	31.5
44	32.88
45	32.97
46	33
47	33.1
48	33.2
49	33.45
50	33.89



Gambar 12. Grafik pembacaan sensor suhu

B. Pengujian Sistem tanpa nilai PID

Setelah melihat sensor dari suhu telah berjalan dalam waktu 50 detik, maka dilanjutkan dengan mencoba sistem pengontrolan sistem yang telah dirancang tanpa menggunakan nilai parameter Kp, Ki, dan Kd. Pengujian ini bertujuan untuk melihat respon dari output berdasarkan input yang ada tanpa diketahui parameter-parameter, dan mengetahui sistem dapat bekerja secara keseluruhan. Data dari percobaan dapat dilihat pada **Tabel II**

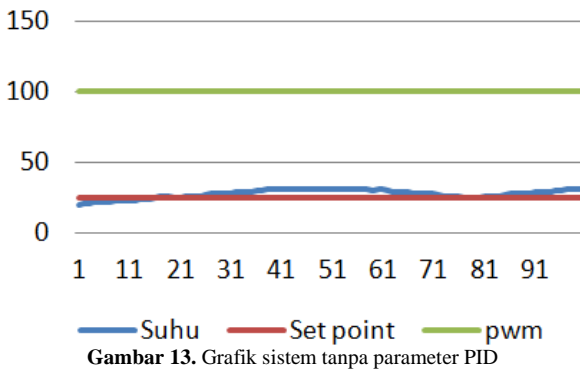
Tabel II. Tabel percobaan sistem tanpa parameter PID

Waktu (detik)	Suhu ($^{\circ}$ C)	Set point	pwm
1	20	25	100
2	20.2	25	100
3	20.65	25	100
4	21.19	25	100
5	21.2	25	100
6	21.56	25	100
7	21.98	25	100
8	22.65	25	100
9	22.85	25	100
10	22.99	25	100
11	23	25	100
12	23.21	25	100
13	23.68	25	100
14	24.19	25	100
15	24.2	25	100
16	24.56	25	100
17	25.98	25	100
18	25.65	25	100
19	25.85	25	100
20	25	25	100
21	25.2	25	100
22	25.41	25	100
23	25.68	25	100
24	26.19	25	100
25	26.2	25	100
26	26.56	25	100
27	27.98	25	100
28	27.65	25	100
29	27.85	25	100
30	28	25	100
31	28.1	25	100
32	28.41	25	100
33	28.68	25	100
34	29.19	25	100
35	29.23	25	100
36	29.56	25	100

Waktu (detik)	Suhu ($^{\circ}$ C)	Set point	pwm
37	30.18	25	100
38	30.75	25	100
39	30.85	25	100
40	31	25	100
41	30.85	25	100
42	30.85	25	100
43	30.75	25	100
44	30.84	25	100
45	30.5	25	100
46	30.5	25	100
47	30.5	25	100
48	30.5	25	100
49	30.5	25	100
50	30.5	25	100
51	31	25	100
52	30.85	25	100
53	30.85	25	100
54	30.75	25	100
55	30.84	25	100
56	30.5	25	100
57	30.45	25	100
58	30.5	25	100
59	30.35	25	100
60	30.5	25	100
61	30.5	25	100
62	29.56	25	100
63	29.23	25	100
64	29.19	25	100
65	28.68	25	100
66	28.41	25	100
67	28.1	25	100
68	28	25	100
69	27.98	25	100
70	27.85	25	100
71	27.65	25	100
72	26.56	25	100
73	26.2	25	100
74	26.19	25	100
75	25.68	25	100
76	25.41	25	100
77	25.2	25	100
78	25	25	100
79	25	25	100
80	25.2	25	100
81	25.41	25	100
82	25.68	25	100
83	26.19	25	100
84	26.2	25	100

Waktu (detik)	Suhu (°C)	Set point	pwm
85	26.56	25	100
86	27.98	25	100
87	27.65	25	100
88	27.85	25	100
89	28	25	100
90	28.1	25	100
91	28.41	25	100
92	28.68	25	100
93	29.19	25	100
94	29.23	25	100
95	29.56	25	100
96	30.18	25	100
97	30.75	25	100
98	30.85	25	100
99	31.04	25	100
100	31.34	25	100

Pengujian tanpa memasukan parameter pengontrolan dapat membuat semua komponen pada alat tersebut berjalan namun dengan tidak adanya parameter pengontrolan maka sistem bekerta tanpa ada pengontrolan khususnya pada bagain output yang hanya menyala saja tanpa terpengaruhi data input yang masuk sehingga pengontrolan tidak dapat dilakukan. Adapun hasil grafik yang muncul berdasarkan **Tabel II** didapatkan gambarannya adalah seperti pada **Gambar 13**.



C. Proses Penentuan Parameter PID

Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter Kp, Ki, dan Kd. Berdasarkan teori yang digunakan untuk mendapatkan nilai parameter tersebut digunakan metode ziegler nichlos, dengan menggunakan metode osilasi dan didapatkan hasil seperti di **Gambar 18** respon pwm setelah di masukan nilai pada Kp sehingga terjadilah isolasi.

Cara menggunakan metode Ziegler Nichlos adalah sebagai berikut:

- a. Setting set point sesuai dengan yang diinginkan. (dalam kasus ini kita setting set point pada posisi 32°C).
- b. Naikan nilai kp secara berkala (kelipatan bebas) hingga muncul gelombang sinus secara berkala / berosilasi. Nilai kp yang membuat gelombang osilasi sama dengan nilai Kcr
- c. 1 perioda = 1 Vpp (*peak to peak*)
- d. Hitung nilai Pcr dengan menggunakan rumus
- e. Untuk menentukan nilai Kp, Ki dan Kd yang tepat dapat digunakan rumus

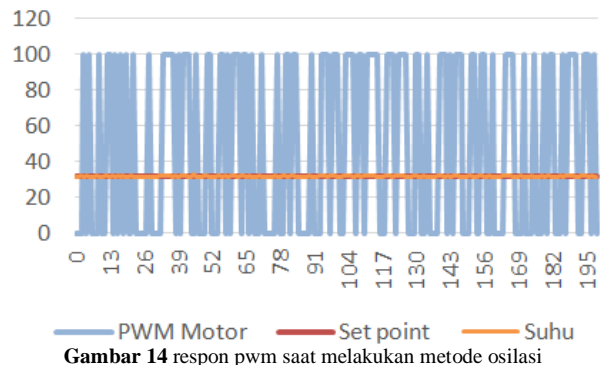
$$Pcr = \frac{\text{Batas akhir grafik}-\text{batas awal grafik}}{\text{periode}} \quad (1)$$

$$Kp = \frac{Kcr}{1,7} \quad (2)$$

$$Ki = \frac{Pcr}{2} \quad (3)$$

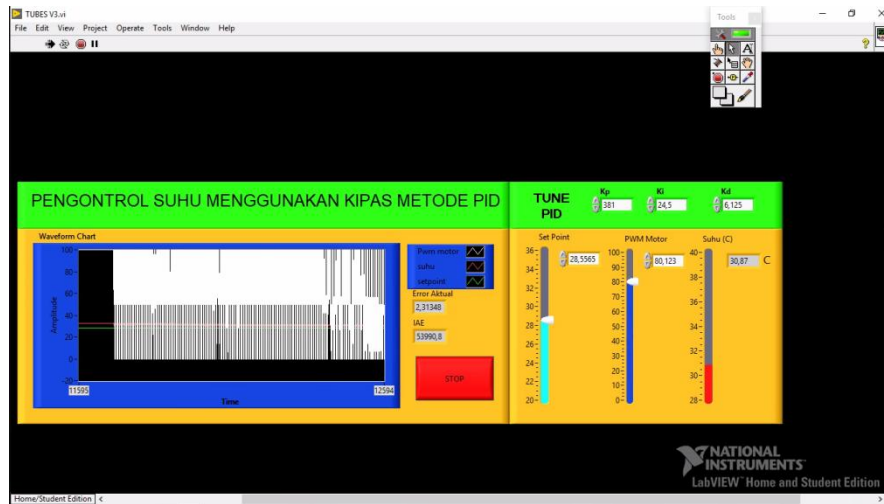
$$Kd = \frac{Pcr}{8} \quad (4)$$

Berdasarkan hasil metode isolasi pada **gambar 14** didapatkan parameter pengendalian Kp, Ki, dan Kd setelah melakukan perhitungan didapatkan komposisi diantaranya Kp=381, Ki=24.5, dan Kd=6.125.



D. Pengujian Sistem dengan Kontroler PID

Setelah mendapatkan nilai-nilai parameter dari Kp, Ki, dan Kd. Maka hal selanjutnya adalah melakukan pengujian pada sistem, langkah pengujian adalah dengan memasukan nilai-nilai parameter Kp, Ki, dan Kd yang didapat hasil tuning dimasukan pada kotak box yang telah tertera nama jenis parameternya, besar set point yang diatur pada percobaan adalah sebesar 32°C.



Gambar 15. Hasil pengontrolan sistem dengan menggunakan pid

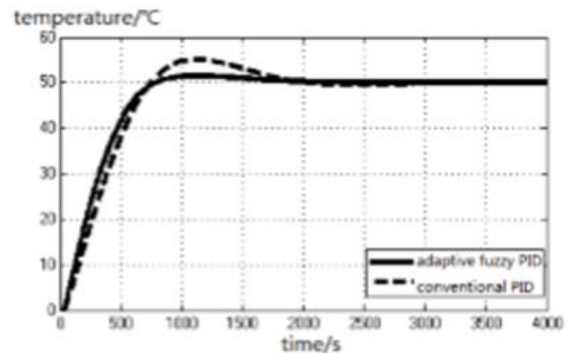
Berdasarkan Gambar 15, k_p , k_i dan k_d telah diberikan nilai sesuai dengan hasil perhitungan metode Ziegler Nichlos, namun system masih menunjukkan nilai yang beresilasi. Itu dikarenakan pembacaan sensor suhu memiliki rentang yang cukup jauh. Berkisar antara 0,5 – 1 °C. Hingga menyebabkan system membaca ketika suhu dibawah nilai set point dan suhu diatas set point dalam rentang waktu yang sangat cepat. Hal itu disebabkan karena adanya nilai error/noise dari sensor suhu. Performansi system seperti *settling time*, *maximum overshoot* dan *steady state*, tidak dapat terlihat dengan jelas dikarenakan sensor suhu tidak menampilkan data yang beruntun. Namun nilai error dapat diketahui karena suhu aktual yang terbaca memiliki perbedaan sekitar 0,25% dengan nilai *set point*

Pengujian system juga di coba dengan memberikan suatu gangguan berupa purwarupa ruangan dibuka penutupnya sehingga suhu ruangan dapat mempengaruhi suhu dalam purwarupa. Hasilnya adalah proses pendinginan menjadi sangat cepat dan suhu berkisar antara 28,3 – 28,8 °C.

Berdasarkan hasil yang didapat, pengontrolan yang telah dibuat masih memiliki kekurangan jika dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Xiangfu WU dkk [1]. Adapun hasil dari penelitain mereka dapat dilihat pada Gambar 16.

Percobaan yang dilakukan oleh Xiangfu Wu hasil respon dari sistem dapat dilihat risetime overshoot dan settling timenya, selain dapat dilihat sistem kontrol yang digunakan lebih cepat menyesuaikan dengan set point yang ditentukan, hal ini karekan penelitian yang digunakan menggunakan 2 metode kontrol yang digunakan

yakni menggabungkan pengontrolan PID dengan adaptive fuzzy.



Gambar 16. Grafik performansi sistem

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan Analisa yang dilakukan dalam membuat pengontrol suhu ruangan menggunakan metode PID, didapatkan beberapa poin kesimpulan. Telah berhasil mengimplementasikan sistem yang dibuat pada sebuah purwarupa ruangan berukuran 17 cm x 17 cm dengan menggunakan lampu pijar sebagai pemanas ruangan dan kipas yang digunakan untuk mengontrol suhu ruangan. Suhu yang berada didalam purwarupa sangat dipengaruhi oleh suhu yang berada diluar purwarupa, maka dari itu diperlukan waktu yang lama agar *plant* dapat berfungsi sesuai dengan apa yang diharapkan. Penentuan parameter pengendalian PID menggunakan metode Ziegler Nichols dengan membuat sistem beresilasi terlebih dahulu sehingga didapatkan nilai K_p , K_i dan K_d yang diharapkan agar sistem berjalan secara optimal Dengan metode Ziegler Nichols nilai error aktual yang didapatkan sebesar 0.25%. Nilai tersebut mendekati nilai 0 yang berarti bahwa *plant* yang diimplementasikan sudah berhasil.

Akan tetapi plant masih memiliki kekurangan diantaranya proses pembacaan suhu yang masih memiliki nilai error/noise. Untuk meminimalisir kesalahan tersebut diperlukan sebuah system filter agar proses pembacaan suhu dapat terlihat secara jelas pada saat proses *settling time*, *overshoot* dan *steady state* atau menggunakan komponen sensor suhu yang lain untuk didapatkan suhu yang lebih akurat selain itu penggunaa dan penempatan sensorpun harus lebih diperhatikan agar hasil yang didapat maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kanagalakshmi, D. Manamalli, M. Mohamedrafiq, "Implementation of multimodel-based PID and intelligent controller for simulated and real-time temperature control of injection molding machine," *Chemical Engineering Communications*, vol.203, no.4, pp.452-462, Apr 2016.
- [2] M. Sivak, "Air conditioning versus heating: climate control is more energy demanding in Minneapolis than in Miami," *Environmental Research Letters*, vol.8, no.1, 2013.
- [3] Y. Wang, H. Zou, J. Tao, R. Zhang, "Predictive fuzzy PID control for temperature model of a heating furnace", *In 2017 36th Chinese Control Conference (CCC)*, pp. 4523-4527, July 26-28, 2014.
- [4] S. Alcántara, R. Vilanova, and C. Pedret, "PID control in terms of robustness/performance and servo/regulator trade-offs: A unifying approach to balanced autotuning," *Journal of Process Control*, vol. 2, no. 4, pp. 527-542, Apr 2013.
- [5] M. Jaafar, H. I., Hussien, S. Y. S., Selamat, N. A., Aras, M. S. M., Rashid, M. Z. A, "Development of PID controller for controlling desired level of coupled tank system," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol.3, no.9, pp.32-36, Feb 2014.
- [6] V. Patki, D. Sonwane, D. Ingole, V. V. Naik, "Design and implementation of discrete augmented ziegler-nichols pid controller." *International Journal on Control System and Instrumentation*, vol.4, no.1, pp.16, Feb, 2013.
- [7] P. Vikhe, N. Punjabi, and C Kadu, "Real time DC motor speed control using PID controller in LabVIEW." *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol.3, no.9, pp.12162-12167, Sept 2014.