



JREEC

JOURNAL RENEWABLE ENERGY ELECTRONICS AND CONTROL

homepage URL : <https://ejurnal.itats.ac.id/jreec>



Perancangan Control Temperature Thermoelectric Cooler Menggunakan Kontrol Pid Pada Box Stayform Air Counditioner

Moh Khoirul Anam¹, Ilmirrizki Imaduddin², dan Tijaniyah³

Mahasiswa Universitas Nurul Jadid¹, Dosen Universitas Nurul Jadid², Dosen Unuiversitas Nurul Jadid³

INFORMASI ARTIKEL

JurnalJREEC – Volume 2
Nomer 02, Oktober 2022

Halaman:
7 – 18
TanggalTerbit :
30 Oktober 2022

DOI:
10.31284/j.JREEC.2022.v2i1
.2105

ABSTRACT

This study aims to design hardware and software that can be applied to thermoelectric coolers, by designing a device that is used for air conditioning systems using a Thermoelectric Cooler (TEC). changes in temperature drop are achieved more quickly and are able to maintain temperature stability. This controller uses Arduino Mega2560, NTC as the temperature sensor and relay as the actuator. The way this tool works is to enter the desired setpoint, the temperature response is going well, the room temperature is the box obtained by the ntc sensor is 23°C in time 50 minutes. If the setpoint temperature is 23°C, the relay that triggers all 12 volts on the thermoelectric, can work according to the setpoint that has been set in the program, namely: if the setpoint is 23, the relay will gradually work and slowly trigger the 12 volt voltage on the thermoelectric. The relay used to manage the thermoelectric voltage can work well. Relay is assigned if box temperature is below 23°C thermoelectric will be off. If the temperature of the box is stable 23°C then thermoelectrics 4,5 and 6 that turn on and maintain the temperature of the box with a set point of 23 °C.

Kata kunci: PID, Thermoelectric Cooler (TEC), Arduino Mega2560, NTC

EMAIL

Mohkhoirulanam876@gmail.com ¹
ilmi.zumarip@gmail.com ²
tijaniyahstudy@gmail.com ³

PENERBIT

JurusanTeknikElektro-ITATS
Alamat:
Jl. AriefRachmanHakim
No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

*JurnalJREEC by Department
of Elecreical Engineering is
licensed under a Creative
Commons Attribution-
ShareAlike 4.0 International
License.*

PENDAHULUAN

Pendinginan merupakan salah satu teknologi yang memiliki berbagai macam aplikasi, misalnya untuk menjaga produk makanan dari kebusukan dan berbagai pengendalian suhu dalam

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang perangkat keras dan perangkat lunak yang dapatdiaplikasikan pada pendingin termoelektrik, dengan merancang sebuah alat yang digunakanuntuk sistem pendingin ruangan menggunakan Thermoelectric Cooler (TEC), Alat inimenggunakan kontrol PID sebagai kontrol suhu sehingga diharapkan kontrol PID tersebutmampu meningkatkan dan memperbaikiperformansi sistem, sehingga respon perubahanpenurunan suhu tercapai lebih cepat dan mampumempertahankan kestabilan suhu. Kontroleralat in menggunakan Arduino Mega2560, NTC sebagai sensor suhunya dan relay sebagaiaktuatornya. Cara kerja alat ini yaitumemasukkan setpoint yang diinginkan, Respon temperatur berjalan dengan baik, suhu ruangan box yang didapat oleh sensor ntc adalah 23°C dalam waktu 50 menit.Jika diatur setpoint suhu 23°C, relay yg mentrigger semua tegangan 12 volt pada thermoelketrik, bisa bekerja sesuai setpoin yg sudah di atur dalamprogram yaitu: jika setpoin 23 maka relay secara bertahap akan bekerjadan perlahan mentrigger tegangan 12 volt pada thermoelektrik. Relay yang digunakan mentraiger tegangan thermoelektrik bisa bekerja denganbaik. Relay ditugaskan jika suhu box dibawah 23°C thermoelektrik akan off. Jika suhu box stabil 23°C maka thermoelektrik 4,5 dan 6 yang hidup dan mempertahankan suhu box dengan set point 23 °C.

Kata kunci: PID, Thermoelectric Cooler (TEC), Arduino Mega2560, NTC

bidang elektronik dan industri lainnya. Salah satu teknologi pendinginan yang sekarang ini sering digunakan adalah teknologi berbasis kompresi uap karena mempunyai coefficient of performance (COP) yang tinggi dan mempunyai harga yang lebih murah dibandingkan teknologi alternatif lainnya. Dalam proses pendinginan, teknologi kompresi uap menggunakan gas pendingin yang berfungsi untuk menyerap panas pada udara dalam lemari pendingin, sehingga menjadi bersuhu rendah. Gas pendingin yang digunakan secara luas adalah tipe R134a dan R600a, tetapi tipe R134a mengandung gas HFCs yang sudah dilarang penggunaannya dan tipe R600a mengandung gas HF yang dapat mengurangi lapisan ozon.

Selain itu, pada sistem kompresor satu kipas yang menggunakan gas pendingin pada kompresor uap memiliki kesulitan dalam pengaturan temperatur dari kompartemen target. Berdasarkan hal tersebut diperlukan suatu teknologi pendingin alternatif. Thermoelectric cooler (TEC) adalah salah satu alternatif teknologi pendingin, dikarenakan TEC memiliki kelebihan seperti berukuran kecil, kebisingan dan getaran yang lebih rendah, lebih mudah dalam pengaturan suhu, membutuhkan perawatan yang sedikit, dapat menyerap panas dengan menggunakan prinsip perbedaan panas sehingga selain dapat menjadi pendingin dapat juga menjadi pemanas, dan selain itu dapat dihidupkan dengan arus DC [1].

Penggunaan mikrokontroler sebagai sistem kontrol dapat menambah akurasi dari suatu proses pengaturan suhu dan dapat dipertimbangkan menggunakan sistem kontrol loop tertutup dengan Proportional Integral Derivative (PID). Kelebihan dari pemakaian kontroler PID di loop tertutup adalah kontrol PID memiliki kemampuan untuk penyetelan otomatis, dan dapat beradaptasi terhadap variasi waktu, sehingga sistem dari kontroler PID menyediakan aplikasi didalam industri dengan fitur kontrol yang lebih akurat dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan .

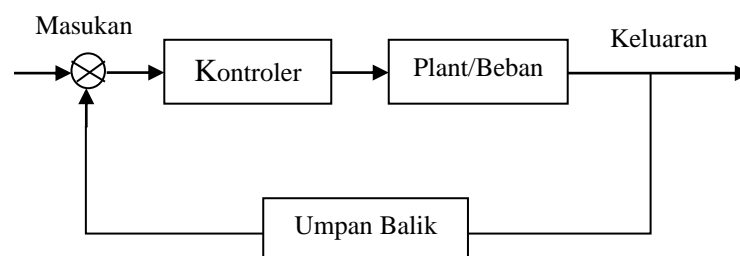
Pengaturan PID pada umumnya menggunakan alat yang memakan banyak biaya. Tetapi hasil penelitian menyatakan bahwa kontroler PID menggunakan mikrokontroler tipe P18F4685 yang memiliki kapasitas 14 bit dapat menghasilkan kestabilan yang baik, dengan overshoot yang sedikit, dan memiliki waktu settling time yang sedikit pula. Kontrol PID merupakan gabungan dari tiga kontrol yang berkerja secara simultan untuk melakukan proses pengontrolan. Tiga elemen kontrol tersebut adalah elemen kontrol proportional (P), integral (I), dan derivative (D). Elemen kontrol tersebut dapat direalisasikan dengan mudah dalam bentuk pemrograman komputer sehingga penggunaannya lebih sederhana [2].

Dari latar belakang tersebut diperlukan suatu sistem pendingin yang terkontrol secara otomatis menggunakan teknologi pendingin ramah lingkungan yang terkontrol dengan sistem kontrol loop tertutup, sehingga dapat menjadi salah satu alternatif teknologi pendingin. Berdasarkan potensi tersebut maka penelitian dengan judul “Perancangan kontrol tempertur thermoelectric cooler menggunakan kontrol PID pada box stayrofoam air conditioner” dilakukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Closed Loop Control

Sistem kendali lup tertutup adalah suatu sistem kendali yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung terhadap aksi kendali yang dilakukan. Yang menjadi ciri sistem kendali tertutup adalah adanya sinyal umpan balik. Sinyal umpan balik adalah sinyal keluaran atau fungsi keluaran dan turunannya, yang diumpankan ke elemen kontrol untuk meminimalkan kesalahan dan membuat keluaran sistem mendekati hasil yang diinginkan.



Gambar 1. *closed loop control*

Gambar di atas menunjukkan hubungan antara info dan hasil dari kerangka lingkaran tertutup. Sinyal info yang telah dikontraskan dan sinyal input memberikan tanda pembeda atau sinyal kesalahan yang akan dikirimkan dari komponen kontrol sehingga kemudian, pada saat itu membuat sinyal hasil yang akan dikirimkan dari perangkat yang dikontrol. Sinyal info adalah input referensi yang akan menentukan insentif normal untuk kerangka kerja yang dikendalikan. Dalam kerangka kontrol yang berbeda, sinyal info dihasilkan oleh mikrokontroler.

Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Blunder (RMSE) adalah tingkat kesalahan hasil ekspektasi, dimana semakin sederhana (lebih seperti 0) RMSE, hasil ramalan akan tepat. Nilai RMSE dapat ditentukan oleh kondisi yang ditandai sebagai:

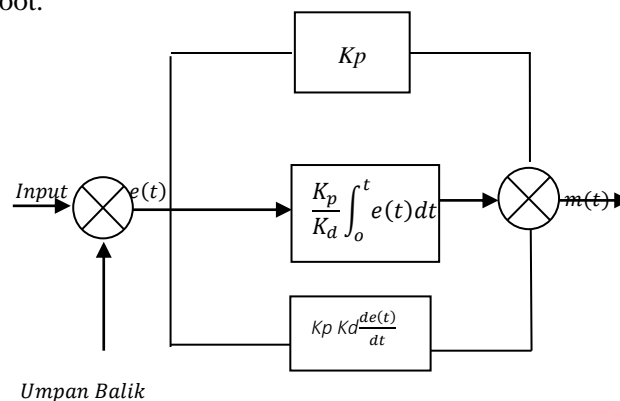
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(x-y)^2}{n}} \quad (1)$$

dengan :

n : Jumlah Data.

PID (Proportional-Integral-Derivatif) Controller

Pekerjaan kerangka kontrol sangat persuasif dalam pameran kerangka kerja. Kerangka kendali yang umumnya digunakan adalah kerangka kendali Relatif, Sangat diperlukan, dan Bawahan. Kerangka kontrol ini dapat berjalan secara bersamaan atau berjalan secara independen. Setiap kerangka kerja kontrol ini menikmati manfaat tertentu, di mana kontrol yang sesuai mendominasi dalam waktu pendakian cepat, kontrol dasar mendominasi dalam membatasi kesalahan, dan kontrol bawahan menikmati manfaat dari mengurangi kesalahan atau mengurangi overshoot/undershoot.



Gambar 2. Blok diagram kontrol PID

Gambar 2 merupakan blok diagram kontrol PID yang umum digunakan di industri. Kontrol Proportional (P), Integral (I), dan Derivatif (D) dapat digunakan bersamaan secara parallel ataupun digunakan terpisah dengan tidak menggunakan salah satu komponen P, I atau D. Parameter pengontrol Proportional Integral Derivatif (PID) selalu berdasarkan tinjauan terhadap karakteristik dari sistem yang diatur (plant). Dengan demikian, parameter PID dapat dicari setelah perilaku plant diketahui, serumit apapun plant tersebut. Persamaan matematis dari kontrol PID adalah sebagai berikut, dimana $u(t)$ merupakan nilai *output*:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (2)$$

Dengan:

K_p : Proportional Gain

K_i : Integral Gain

K_d : Derivatif Gain

- e : error (Setpoint – Parameter Value)
- t : waktu (second)
- τ : variabel dari integrasi ; dengan nilai antara 0

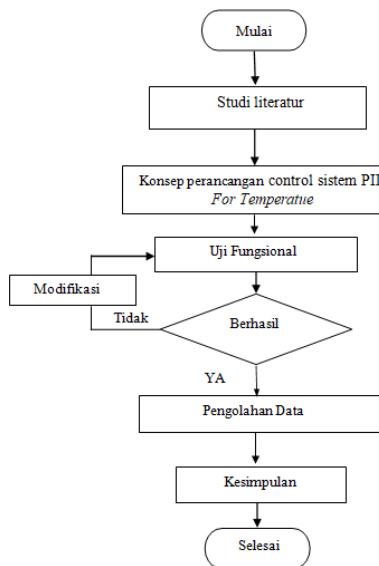
hingga kondisi saat ini Atribut regulator PID sangat dipengaruhi oleh kebesaran tiga batas P, I, dan D. Dampak dari setiap regulator terkait, esensial dan anak pada kerangka lingkaran tertutup dirangkum dalam tabel terlampir. :

Tabel 1.Karakteristik gain dari pengontrol PID dan pengaruhnya terhadap system

<i>Closed loop respond</i>	<i>RiseTime</i>	<i>Overshoot</i>	<i>Settling Time</i>	<i>Steady StateError</i>
K_p	<i>Decrease</i>	<i>Increase</i>	<i>Small Change</i>	<i>Decrease</i>
K_i	<i>Decrease</i>	<i>Increase</i>	<i>Increase</i>	<i>Eliminate</i>
K_d	<i>Small Change</i>	<i>Decrease</i>	<i>Decrease</i>	<i>Small Change</i>

METODE

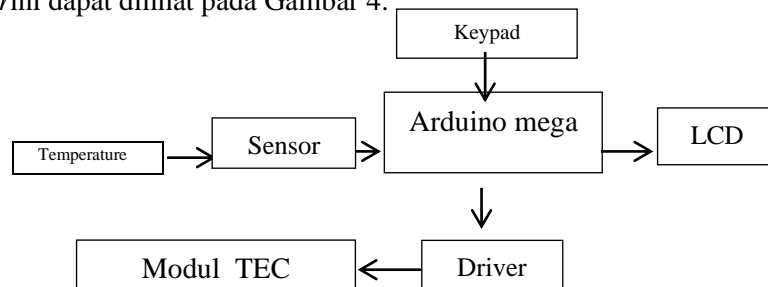
Metode penelitian merupakan dasarsistematika yang dipakai sebagai pedomandalam mengerjakan suatu penelitian. Dalam metode penelitian terdapat tahap-tahap yang sistematis agar memudahkan proses penelitian. Adapun metode yang dipakaisistematikanya sebagai berikut.



Gambar 3. Langkah lanangkah penelitian

Rancang bangun sistem keseluruhan

Perancangan bangun sistem secara keseluruhan kontrol temperatur untuk pendinginan Rancangan atau rangkaian control pada perancangan control pid untuk temperatur pada *thermoelktrik cooler* ini dapat dilihat pada Gambar 4.

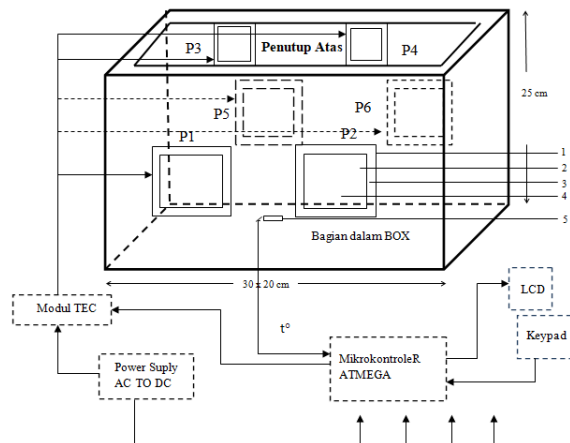


Gambar 4 Diagram Blok perancangan hardware

Pada Gambar 2 terlihat bahwa Sensor NTC akan membaca data temperatur ruang kemudian data diteruskan ke mikrokontroler Arduino Mega dan ditampilkan di LCD. Keypad berfungsi untuk memberikan input setting temperatur yang diinginkan. Jika temperatur yang terbaca berbeda dengan setting temperatur maka proses pendinginan akan dilakukan dengan mengaktifkan modul TEC melalui driver TEC. Modul TEC merupakan salah satu modul termoelektrik yang bekerja dengan menggunakan arus DC yang berfungsi sebagai elemen pendingin temperatur ruang. Modul TEC akan beroperasi berdasarkan besar daya yang diberikan oleh driver. Modul dirangkai dengan heatsink, coolsink dan kipas agar proses pendinginan optimal.

Rancangan Mekanik

Perancangan mekanis dari sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3. Dimensi dari box adalah sekitar 50x15x25 cm, dengan elemen peltier yang terpasang dengan heatsink pada kedua sisinya. Box akan dilengkapi dengan modul kontrol, catu daya, sensor, LCD, dan keypad.



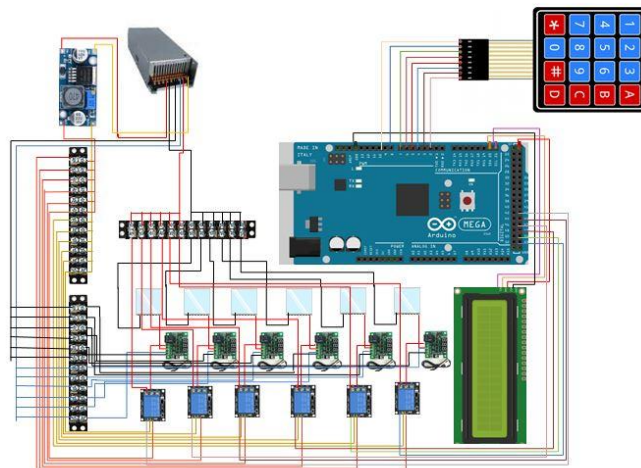
Gambar 5. Skema Rancangan Alat

Keterangan

1. Heatsink
2. Coolsink
3. Peltier
4. FAN
5. Sensor NTC

Skema rangkaian keseluruhan

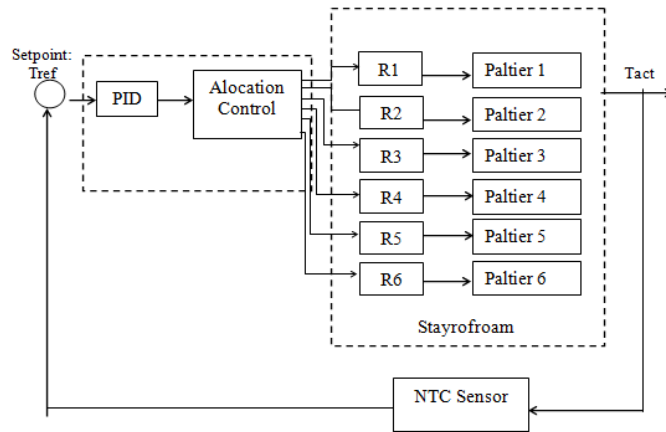
Rancangan perangkat keras atau rangkaian control pada perancangan control pid untuk temperatur pada *Thermoelektrik Collerini* dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 6. Rangkaian keseluruhan control

Pengendali PID

Perancangan pengendali yang akan digunakan adalah pengendali PID untuk mengendalikan. Pengendali ini akan menentukan keluaran sinyal PWM yang akan diberikan kepada yang bertindak sebagai aktuator. Motor tersebut akan memutar valve dan datanya akan dibaca oleh sensor posisi yaitu PTC yang kemudian akan diumpun balik menjadi masukan sinyal kendali untuk memperbaiki error dari pengendalian.



Gambar 7. Pengendali Posisi dengan PID

Algoritma Pengendali

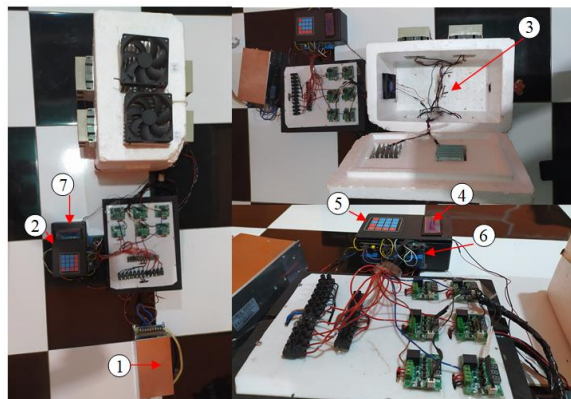
Mulai Algoritma

1. Inisialisasi sistem pengendali dan PWM
2. Pembacaan data dari input analog (potensiometer) dengan ADC
3. Data tersebut menjadi acuan pengendali untuk menentukan keluaran sinyal PWM untuk memutar motor DC
4. Hasil pembacaan akan diubah menjadi data digital dengan ADC dan diumpun balik ke pengendali
5. Data yang dihasilkan akan menjadi acuan pengendali untuk membuka/menutup valve
6. Atur parameter pengendali untuk mendapatkan respon yang diinginkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perangkat keras

Perancangan pada penelitian Tugas Akhir ini dapat dilihat pada gambar 6. dimana peralatan yang digunakan diantaranya, 6 peltier, 7 sensor NTC, 7 Fan, dan 6 termostat yang dirancang dijadikan satu untuk dihubungkan ke power suply yang diberikan aliran listrik untuk kebutuhan daya yang dibutuhkan.



Gambar 8. Bentuk fisik pengendali PID

Keterangan :

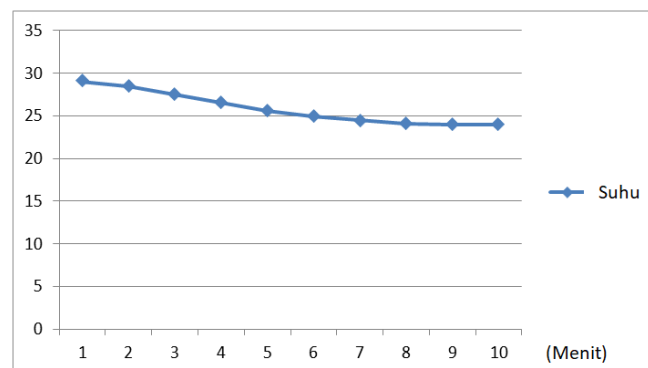
1. Power Suply AC TO DC
2. Connector
3. Sensor NTC
4. LCD
5. Keypad
6. 6 Relay
7. Arduino Mega

Hasil uji sensor

Pengujian dilakukan dengan menyalakan Thermoelktrik Cooler, dan dengan menjalankan program maka sensor akan mulai membaca dan menampilkan pada grafik yang tersedia. Adapun hasil dari pembacaan sensor NTC dapat dilihat pada Tabel 4.1. Berdasarkan Tabel 1. Hasil dari pembacaan sensor jika dimasukkan kedalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 2. Hasil uji sensor

No	Waktu (Menit)	Suhu C°
1	1 (Menit)	29.03
2	2 (Menit)	28.46
3	3 (Menit)	27.51
4	4 (Menit)	26.54
5	5 (Menit)	25.58
6	6 (Menit)	24.96
7	7 (Menit)	24.48
8	8 (Menit)	24.08
9	9 (Menit)	23.96
10	20 (Menit)	23.93



Grfik 1. Pembacaan Sensor Suhu

Berdasarkan 2 data sheet pada gambar grafik dan table di atas, Pengambilan data sensor suhu tersebut di coba selama 10 menit, hasil data di atas menunjukkan turunnya suhu di dalam box stayrofoam menurun per menit setelah thermoelektrik di hidupan, suhu awal 29 dan pada menit ke 10 suhu di dalam box menurun 23.93. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa sensor berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sebagai alat ukur temperatur di dalam box stayrofoam yang di hasil oleh masing masing paltieryang menyebar dalam box stayrofoam.

Pengujian tanpa nilai PID

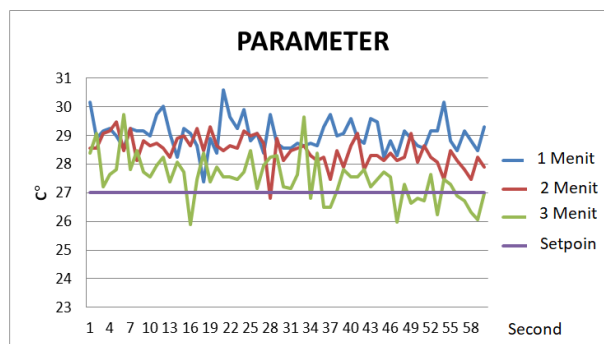
Setelah melihat sensor dari suhu telah berjalan dalam waktu 10 menit, maka dilanjutkan dengan mencoba sistem pengontrolan sistem yang telah dirancang tanpa menggunakan nilai

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 3.

Tabel 3. tabel percobaan sistem tanpa parameter PID

No	Waktu (Menit)	Suhu	Setpoin
1	1	29.03	27
2	2	28.46	27
3	3	27.51	27

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 3 didapatkan gambarannya adalah seperti pada grafik 2.



Grafik 2. parameter tanpa parameter PID

Pembahasan sensor suhu

Pembahasan sensor suhu ini sebagai pengendali dan komunikasinya dengan relay, fungsi relay tersebut untuk memutuskan tegangan dari power suplay ke tegang VCC masing masing paltier. Pada rangkaian alat ini ada 6 paltier yang akan di kendalikan oleh relay maka butuh enam relay untuk komunikasi dengan sensor tersebut. Untuk mengetahui kerja Relay jika sudah di perintahkan oleh sensor sesuai nilai relay masing masing. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah suhu didalam box stayrofoam yang akan di kontrol, dimana setpoint pengontrol di atur pada suhu awal 27 oC dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada Gambar Tabel 4.

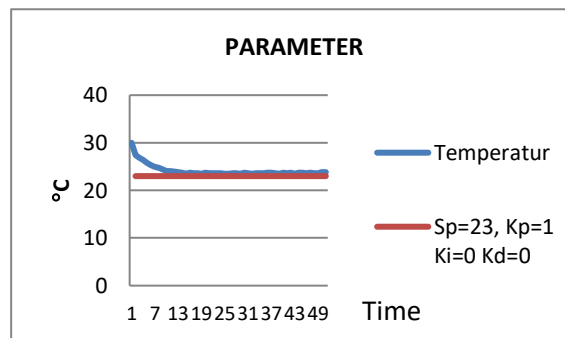
Tabel 4. Pembahasan sensor suhu

No	Waktu (Menit)	Set Poin	Sensor Suhu	Indikator															
				R1 / P 1		R2 / P 2		R3 / P 3		R4 / P 4		R5 / P 5		R6 / P 6					
				On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off				
1	1	23	29.03	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off				
2	2	23	28.46	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off			
3	3	23	27.51	Off	Off	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off			
4	4	23	26.54	Off	Off	Off	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off		
5	5	23	25.58	Off	Off	Off	Off	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off			
6	6	23	24.96	Off	Off	Off	Off	Off	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off		
7	7	23	24.48	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	On	Off	On	Off	On	Off			
8	8	23	24.08	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	On	Off	On	Off	On	Off		
9	9	23	23.96	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	On	Off	On	Off	On	Off	
10	10	23	23.93	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	On	Off	On	Off	On	Off

Tabel 4 dari hasil pengujian rangkaian pengendali menunjukkan pada saat suhu 29.03 tidak sama dengan set poin, baik indikator (R1,P1) Sampai (R6,P6) semua menyala, dan pada saat suhu menurun di nilai 28.46, indikator (R1,P1) Akan OFF. Begitu seterusnya sampai mendekati *setpoint* program melambatkan agar *error* tidak banyak, sebaliknya pada saat dibawah *setpoint* indikator (R1,P1) Sampai (R6,P6) Akan OFF yang artinya semua paltier akan mati. Hasil dari pengujian rangkaian driver pengendali ini dapat disimpulkan bahwa rangkaian pengendali sudah bekerja dengan baik dan sesuai dengan rancangan.

Pembahasan Parameter PID

Pembahasan ini dilakukan dengan cara *Trial* dan *Error* untuk menentukan nilai K_p , K_i dan K_d dengan melihat respon yang cepat untuk mencapai *setpoint* 23 oC dan mempertahankannya lebih lama. Pada gambar 4.8 merupakan grafik dengan nilai $K_p = 1$, $K_i = 0$ dan $K_d = 0$.



Grafik 3. kontrol dengan metode PID

Pada Gambar 3 terlihat grafik dengan $K_p = 1$, $K_i = 0$ dan $K_d = 0$ mencapai *setpoint* 23 oC sangat cepat dengan waktu 50 menit dan mempertahankannya lebih lama dibandingkan dengan kontroler yang lain.

Hasil dan pembahasan keseluruhan

Pada pengujian sistem ini dilakukan dengan cara *Trial* dan *Error*. Didalam suhu box stayrofoam membutuhkan nilai suhu 23 °C Selama 50 menit. Dari nilai tersebut dapat mengetahui respon yang dihasilkan oleh termoelektrik untuk mencapai nilai stabil dengan menggunakan nilai K_p , K_i dan K_d yang sudah didapat dalam metode PID.

Pada pengujian ini diberikan nilai $K_p = 1$, $K_i = 0$ dan $K_d = 0$. Pengujian dilakukan dengan mengatur nilai suhu yang berbeda beda terhadap nilai *Setpoint* Suhu 23°C.

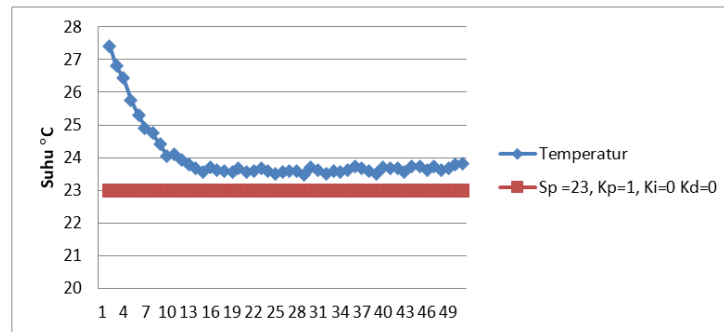
Tabel 5. Hasil sistem kendali keseluruhan dengan $K_p = 1$, $K_i = 0$ dan $K_d = 0$.

No	Waktu	Set Point	Suhu	Error	Indikator
1	1	23	27.41	-4.41	Peltier 2 & 3 & 4 & 5 & 6 ON
2	2	23	26.8	-3.8	Peltier 3 & 4 & 5 & 6 ON
3	3	23	26.43	-3.43	Peltier 3 & 4 & 5 & 6 ON
4	4	23	25.78	-2.78	Peltier 4 & 5 & 6 ON
5	5	23	25.29	-2.29	Peltier 4 & 5 & 6 ON
6	6	23	24.91	-1.9	Peltier 4 & 5 & 6 ON
7	7	23	24.76	-1.75	Peltier 4 & 5 & 6 ON
8	8	23	24.41	-1.4	Peltier 4 & 5 & 6 ON
9	9	23	24.07	-1.07	Peltier 4 & 5 & 6 ON
10	10	23	24.1	-1.1	Peltier 4 & 5 & 6 ON
11	11	23	23.92	-0.92	Peltier 5 & 6 ON
12	12	23	23.78	-0.78	Peltier 5 & 6 ON

13	13	23	23.67	-0.67	Peltier 5 & 6 ON
14	14	23	23.54	-0.54	Peltier 5 & 6 ON
15	15	23	23.7	-0.7	ALL Peltier OFF
16	16	23	23.61	-0.61	Peltier 5 & 6 ON
17	17	23	23.6	-0.6	Peltier 5 & 6 ON
18	18	23	23.54	-0.54	Peltier 5 & 6 ON
19	19	23	23.67	-0.67	Peltier 5 & 6 ON
20	20	23	23.56	-0.56	Peltier 5 & 6 ON
21	21	23	23.58	-0.58	Peltier 5 & 6 ON
22	22	23	23.65	-0.65	Peltier 5 & 6 ON
23	23	23	23.58	-0.58	Peltier 5 & 6 ON
24	24	23	23.49	-0.49	Peltier 5 & 6 ON
25	25	23	23.54	-0.54	Peltier 5 & 6 ON
26	26	23	23.58	-0.58	Peltier 5 & 6 ON
27	27	23	23.57	-0.57	Peltier 5 & 6 ON
28	28	23	23.48	-0.48	Peltier 5 & 6 ON
29	29	23	23.7	-0.7	ALL Peltier OFF
30	30	23	23.62	-0.62	Peltier 5 & 6 ON
31	31	23	23.52	-0.52	Peltier 5 & 6 ON
32	32	23	23.59	-0.59	Peltier 5 & 6 ON
33	33	23	23.56	-0.56	Peltier 5 & 6 ON
34	34	23	23.63	-0.63	Peltier 4 & 5 & 6 ON
35	35	23	23.72	-0.72	Peltier 5 & 6 ON
36	36	23	23.67	-0.67	Peltier 5 & 6 ON
37	37	23	23.57	-0.57	Peltier 5 & 6 ON
38	38	23	23.51	-0.51	Peltier 5 & 6 ON
39	39	23	23.7	-0.7	ALL Peltier OFF
40	40	23	23.64	-0.64	Peltier 5 & 6 ON
41	41	23	23.68	-0.68	Peltier 5 & 6 ON
42	42	23	23.53	-0.53	Peltier 5 & 6 ON
43	43	23	23.74	-0.74	Peltier 5 & 6 ON
44	44	23	23.72	-0.72	Peltier 5 & 6 ON
45	45	23	23.63	-0.63	Peltier 5 & 6 ON
46	46	23	23.74	-0.74	Peltier 4 & 5 & 6 ON
47	47	23	23.62	-0.62	Peltier 5 & 6 ON
48	48	23	23.66	-0.66	Peltier 5 & 6 ON
49	49	23	23.8	-0.8	ALL Peltier OFF
50	50	23	23.81	-0.81	Peltier 5 & 6 ON

Pada tabel 5 menunjukkan hasil keseluruhan pada sistem kontrol temperatur pada box styrofoam, dan pada relay sebagai aktuator akan berjalan dengan set point, relay pada saat diberi sinyal oleh sensor yang mana akan di perintah untuk mentraiger dengan nilai nilai tertentu. Pengujian ini selama 3000 detik kemudian di rata ratakan menjadi satu menit, jadi keseluruhan hasil tersebut adalah 50 menit dengan Set Point 23°C respon sistem dengan rata-rata RMSE (Root

Mean Square Error) 0,56 % dengan *rise time* 200 detik dan *settling time* 780 detik. Berikut hasil *plotting* Nilai suhu selama 3000 detik, dan dapat ditunjukkan pada gambar 4.6.



Grafik 4. Hasil sistem *control temperature*

KESIMPULAN

Dari tahapan secara keseluruhan yang sudah dilaksanakan pada penyusunan tugas akhir ini mulai dari studi literatur, perancangan dan pembuatan sampai dengan pengujian alat, maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa Hasil pengujian perangkat lunak untuk masing-masing komponen dapat bekerja dengan baik sesuai dengan Setpoint yang kita masukkan.

Respon temperatur berjalan dengan baik, suhu ruangan box yang didapat oleh sensor ntc adalah 23°C dalam waktu 50 menit. Jika diatur setpoint suhu 23°C, relay yg mentrigger semua tegangan 12 volt pada thermoelektrik, bisa bekerja sesuai setpoint yg sudah di atur dalam program yaitu: jika setpoint 23 maka relay akan bekerja dan perlahan mentrigger tegangan 12 volt pada thermoelektrik.

Relay yang digunakan mentrigger tegangan thermoelektrik bisa bekerja dengan baik. Relay ditugaskan jika suhu box dibawah 23°C thermoelektrik akan off. Jika suhu box stabil 23°C maka thermoelektrik 4,5 dan 6 yang hidup dan mempertahankan suhu box dengan setpoint 23 °C

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wisnu Indrawan "Sistem Pendingin Menggunakan Thermo-Electric Cooler Dengan Kontroler Proportional-Integralderivative" Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer. 2017,8(1), 85-90.
- [2] Wardhana DW, Wahyudi A, Nurhadi H. "Perancangan sistem kontrol PID untuk pengendali sumbu azimuth turret pada turret-gun kaliber 20mm". Jurnal Teknik ITS. 2016;5(2):A512-A516.
- [3] Arthur Rusli, (2018).Pengaturan Temperatur Pendingin Portable dengan Algoritma PID (Proportional Integral Derivative) menggunakan Arduino Nano.In Skripsi.Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika
- [4] Ramadan Firdaus (2016). Pengontrol Suhu Ruangan menggunakan Metode PID. In Skripsi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung
- [5] Meqorry Yusfi "Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperatur Untuk Proses Pendinginan Menggunakan Termoelektrik"Jurnal Teknik.September 2018 : vol 04 – No 04.
- [6] Wisnu Indrawan "Sistem Pendingin Menggunakan Thermo-Electric Cooler Dengan Kontroler Proportional-Integralderivative"Jurnal Telekomtran.Oktober 2016 : vol 04 – No 02.
- [7] Geluh R.J,(2017).Sistem Kontrol Kelistrikan Rumah Menggunakan Bahasa Natural pada Smartphone Android dan Arduino UNO.In Skripsi.FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI, UIN ALAUDDIN MAKASSAR
- [8] Danu W.W,(2018).Perancangan Sistem Kontrol PID untuk Pengendali Sumbu Azimuth Turret pada Turret-gun Kaliber 20mm.In Skripsi.FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

- [9] Imam S,(2017).*Model Prediksi Liku kalibrasi menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf tiruan (jst).*Jurnal Fakultas Teknik. BARU TANAM : UNIVERSITAS RIAU
- [10] Pria Handoko,(2018).*Media Pembelajaran Interaktif Sensor Suhu Pada Mata Diklat Elektronika Digital Dasar Di Smk Negeri 2 Yogyakarta.*In Skripsi. FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.Yogyakarta
- [11] M. Adrinta A,(2018).*Alat Ukur Suhu Udara Digital Berbasis Atmega 32.*Jurnal.Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.UNIVERSITAS SUMATRA UTARA