

# Kontrol Adaptasi *PID* pada Solder Oven untuk Komponen SMD

Wahyu Muldayani

wahyumuldayani@gmail.com  
Universitas Jember

Dhamas Agung Pribadi

dhamasnokia@gmail.com  
Universitas Jember

Catur Suko Sarwono

Catur.teknik@unej.ac.id  
Universitas Jember

Sumardi

sumardi@unej.ac.id  
Universitas Jember

Ike Fibriani

ikefibriani@unej.ac.id  
Universitas Jember

Widjonarko

Narko.teknik@unej.com  
Universitas Jember

## Abstrak

Komponen elektronika memiliki ketahanan, salah satunya terhadap suhu yang tinggi, sedangkan menyolder memerlukan suhu yang tinggi untuk mencairkan sekaligus menempelkan timah pada komponen ke PCB. Komponen elektronika jenis SMD (*Surface-Mount Device*) memiliki ketahanan suhu yang lebih rendah dari pada tipe DIP (*Dual Inline Packaging*). Solusi untuk mengatasi masalah tersebut, perlu adanya suatu alat yang dapat mengatur suhu dengan kestabilan suhu yang baik dengan acuan suhu berdasarkan datasheet komponen elektronika. Dalam pembuatan alat tersebut tentunya dibutuhkan suatu kontroler yang dapat mengatur suhu dengan baik. Kontroler adaptif *PID* (*Proportional Integral Derivative*) karena menawarkan kesederhanaan dan kekokohnya dan menggunakan mikrokontroler Bluepill yang menawarkan performa yang cukup baik. Hasil dari modifikasi *PID* menjadi adaptif *PID* tersebut diterapkan terhadap alat yang dapat melakukan penyolderan dengan acuan suhu berdasarkan datasheet komponen elektronika. Hasil dari kontroler memiliki *risetime* 188.8 detik, *settling time* 262 detik, *overshoot* sebesar 0.28 % dan *error steady state* sebesar 0.22%. Pengujian pada rangkaian *flipflop* IC555 dan rangkaian dapat bekerja dengan baik.

**Kata Kunci** — Solder Oven, Adaptasi *PID*, Bluepill, rangkaian *flip-flop* IC555

## Abstract

Electronic components have durability, one of which is high temperature and of course soldering requires high temperature to melt and attach tin to the components to the PCB. The electronic components of the SMD type (*Surface-Mount Device*), everyone knows they have a lower temperature resistance than the DIP type (*Dual Inline Packaging*). To overcome this problem, of course a tool that can set temperature with good temperature stability with a temperature reference is based on the electronic component datasheet. In making these tools, In making these of such a tool would need a controller to set the temperature properly. The *PID* (*Proportional Integral Derivative*) adaptive controller because it offers simplicity and robustness and uses a Bluepill microcontroller that offers good performance. The results of the *PID* modification into the *PID* adaptive are applied

to devices that can do soldering with temperature references based on the electronic component datasheet. The results of the controller have a rise time of 188.8 seconds, a settling time of 262 seconds, an overshoot of 0.28% and an error steady state of 0.22%. Tests on the IC555 flip-flop circuit and the circuit can work well.

**Keywords** — Oven Solder, Adaptif *PID*, Bluepill, flip-flop IC555 circuit

## I. PENDAHULUAN

Solder merupakan suatu alat yang sangat vital di bidang elektronika yang memiliki fungsi untuk menyolder komponen elektronika. Komponen elektronika memiliki ketahanan, salah satunya terhadap suhu yang tinggi, sedangkan menyolder memerlukan suhu yang tinggi untuk mencairkan sekaligus menempelkan timah pada komponen ke PCB. Komponen elektronika jenis SMD (*SurfaceMount Device*) memiliki ketahanan suhu yang lebih rendah dari pada tipe DIP (*Dual Inline Packaging*).

Solusi untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan suatu alat yang dapat mengatur suhu dengan kestabilan suhu yang baik dengan acuan suhu berdasarkan *datasheet* komponen elektronika. Dalam pembuatan alat tersebut tentunya dibutuhkan suatu kontroler yang dapat mengatur suhu dengan baik. Disini penulis memilih kontroler *PID* (*Proportional Integral Derivative*) karena menawarkan kesederhanaan dan kekokohnya. Namun, kontroler *PID* ini memiliki suatu kelemahan yaitu diperlukan tuning konstanta pada kontroler *PID*. Konstanta tersebut sangat berpengaruh terhadap kinerja kontroler *PID*. Untuk mengatasi masalah kontroler tersebut penulis ingin memodifikasi *PID* agar tidak memerlukan tuning lagi, dengan artian konstanta *PID* dapat berubah menyesuaikan dengan *error* yang didapatkan dari suhu sekarang dikurangi dengan suhu sebelumnya.

Cara untuk mewujudkan kontroler tersebut penulis memerlukan pemahaman tentang karakteristik kinerja dari kontroler *PID*. Untuk mengetahui karakteristik kinerja dari

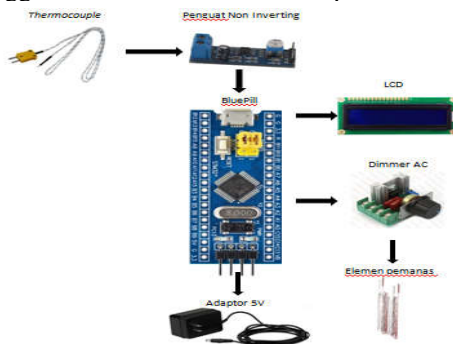
kontroler PID tentunya diperlukan PID yang berjalan tanpa dimodifikasi dan penulis menggunakan metode *trial* dan *error* untuk mengetahui karakteristik dari kontroler PID tersebut. Setelah mengetahui karakteristik dari kontroler PID, penulis dapat memodifikasi kontroler PID tersebut berdasarkan karakteristik dari PID *trial* dan *error* agar dapat bekerja tanpa harus melakukan *tuning* kembali atau PID dapat beradaptasi konstantanya berdasarkan *error* yang didapatkan.

Kemudian hasil modifikasi PID tersebut diterapkan terhadap alat yang dapat melakukan penyolderan dengan acuan suhu berdasarkan *datasheet* komponen elektronika. Hasil dari kontroler memiliki *risetime* 188.8 detik, *settling time* 262 detik, *overshoot* sebesar 0.28 % dan *error steady state* sebesar 0.22 %. Untuk pengujian alat, penulis memilih rangkaian *flip-flop* IC555 karena mudah pengecekan rangkaian dapat bekerja dengan baik atau tidak. Hasil dari percobaan alat ini, rangkaian *flip-flop* IC555 dapat bekerja dengan baik.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Diagram Blok Penelitian

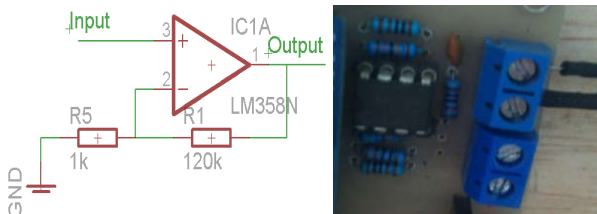
Diagram elektronika ini akan menjadi landasan untuk merancang solder oven dengan metode PID. Pada diagram blok ini menjelaskan keseluruhan mengenai alat solder oven yang menggunakan mikrokontroler Bluepill.



Gbr. 1 Diagram Blok

### B. Rangkaian Penguat Non-inverting

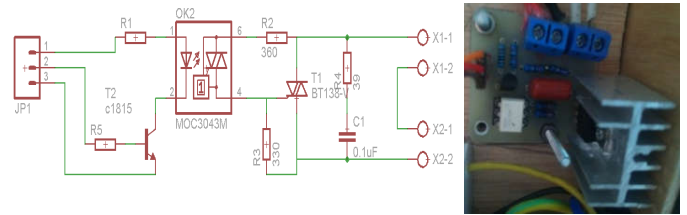
Penguat *non-inverting* ini digunakan untuk menguatkan beda potensial yang dihasilkan oleh sensor thermocouple. Beda potensial yang dihasilkan oleh thermocouple sehingga memerlukan penguatan agar ADC dari mikrokontroler dapat membacanya.



Gbr. 2 Rangkaian Penguat

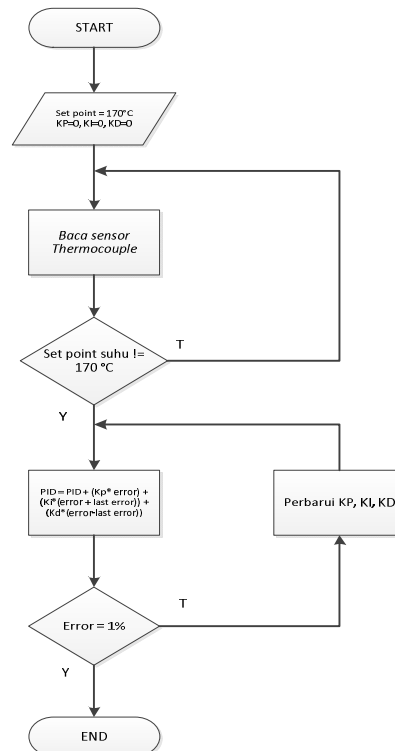
### C. Rangkaian Dimmer AC

Rangkaian dimmer AC ini digunakan untuk mengatur panas yang dihasilkan oleh elemen panas menggunakan pulsa dari PWM. Rangkaian ini menggunakan IC MOC3043, IC ini terdiri dari LED dan diac yang terpisah sehingga rangkaian ini memiliki kemampuan isolasi yang aman digunakan oleh mikrokontroler. Berikut adalah desain dan rangkaian nya



Gbr. 3 Rangkaian Dimmer AC

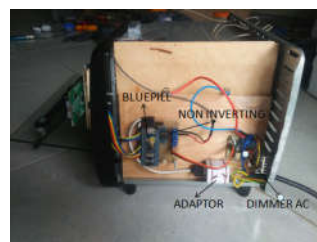
### D. Diagram Alir



Gbr. 4 Diagram Alir

Diagram merupakan runtutan dari cara kerja dari solder oven pada penelitian ini.

### E. Desain Solder Oven



Gbr. 5 Solder Oven Tampak Kanan



Gbr. 6 Solder Oven Tampak Depan

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Thermocouple

Hasil dari pembacaan mikrokontroler dalam bentuk ADC kemudian dikalibrasi dan diubah menjadi suhu dengan satuan derajat *celcius*. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan antara nilai ADC yang terbaca dengan nilai yang thermometer baca, kemudian dari data tersebut diolah menggunakan *excel* sehingga didapatkan persamaan linier. Dari persamaan tersebut dimasukkan kedalam program dan didapat data seperti pada Tabel 1 berikut ini:

TABEL I  
DATA HASIL KALIBRASI SENSOR SUHU

Thermometer (°C)	Thermocouple (°C)	Error (%)
52	56	7.69
60	63.1	5.16
70.3	74.2	5.54
80	83.3	4.12
90	92.5	2.77
100.1	102.7	2.59
110.3	112.1	1.63
120	121.3	1.08
130	131.3	1
140.4	141.8	0.99
150.3	152.3	1.33
160	163	1.87
170	173.5	2.05
180	184.2	2.33
190	193.8	2
200	205.1	2.55
Rata - rata		2.79

#### B. Pengujian Penguat Non Inverting

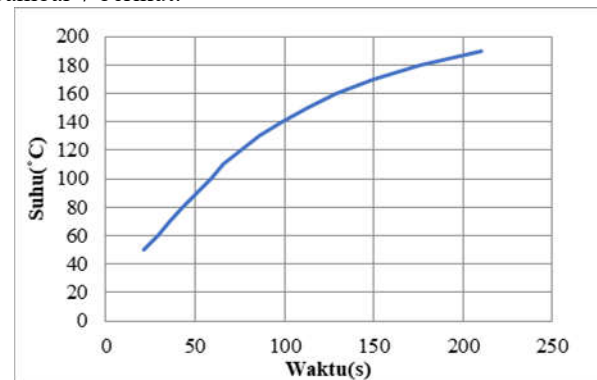
Pengujian penguat *non-inverting* bertujuan untuk mengetahui peforma dari rangkaian tersebut dan dibandingkan secara teori perhitungan dan hasil dari pengukuran secara manual . Kemudian dari perbandingan tersebut dicari *error* persen sehingga peforma dari rangkaian penguat ini akan diketahui. Berikut hasil pengujian ini seperti pada Tabel 3 sebagai berikut:

TABEL II  
DATA HASIL PENGUJIAN PENGUAT NON INVERTING

Input (mV)	Output (mV)	Penguatan	Target Penguatan	Error (%)
2	232	116	121	4.13
2.4	276	115	121	4.95
2.9	322	111.03	121	8.23
3.4	366	107.64	121	11.03
3.9	410	105.12	121	13.11
4.4	460	104.545	121	13.59
5	508	101.6	121	16.03
5.4	561	103.88	121	14.14
5.8	606	104.48	121	13.65
6.2	653	105.32	121	12.95
6.6	702	106.36	121	12.09
Rata - rata				11.26

#### C. Pengujian Elemen Pemanas

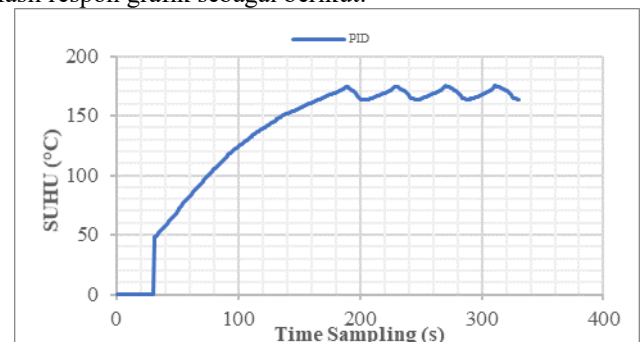
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari elemen pemanas. Berikut hasil dari pengujian ini, seperti pada Gambar 7 berikut:



Gbr. 7 Grafik Pengujian Elemen Pemanas

#### D. Pengujian Kontroler PID Trial dan Error

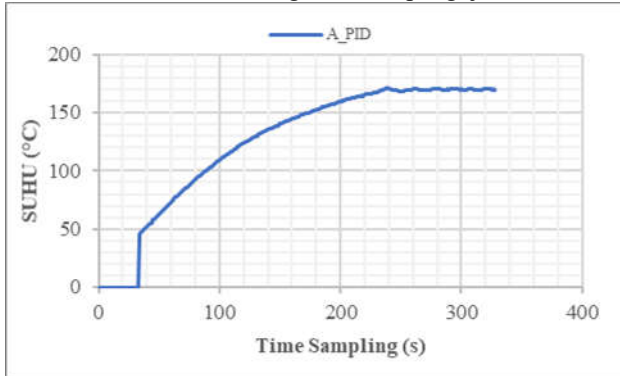
Pengujian dilakukan dengan melakukan tuning *trial* dan *error* konstanta dari *Proposional*, *Integral* dan *Derivative*. Hasil respon grafik sebagai berikut:



Gbr. 8 Grafik Pengujian Kontrol PID

E. Pengujian Kontroler Adaptif PID

Pengujian adaptasi PID ini dilakukan dengan menambahkan *setpoint* yaitu target *error*. Jika target *error* yang dicapai terlalu besar maka kontroler ini akan berusaha mengubah parameter konstanta dari *Propositional*, *Integral* dan *Derivative*. yang bertujuan untuk mendapatkan hasil keluaran yang stabil jika sudah mencapai *setpoint* yang ditentukan sebesar 170°C. Berikut hasil grafik dari pengujian ini:



Gbr. 9 Grafik Pengujian Adaptif PID

Dari data pengujian kedua kontroler kemudian dibandingkan dan hasil perbandingan dapat dilihat pada data Tabel 3 sebagai berikut:

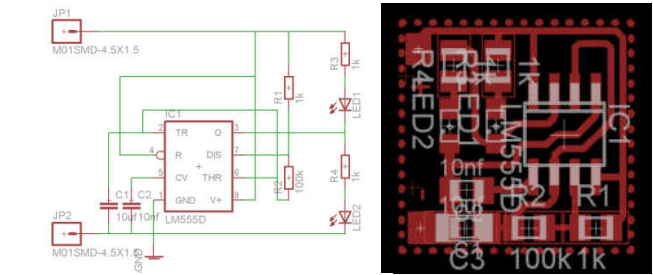
TABEL III  
DATA PERBANDINGAN PID DAN ADAPTIF PID

	Rise Time (s)	Settling time (s)	Overshoot (%)	Steady-State Error (%)
PID	145.6	230	2.3	2.3
A PID	188.8	262	0.28	0.22

Pada kontroler PID memiliki nilai *risetime* yang lebih cepat namun memiliki nilai *overshoot* dan *error steady-state* yang lebih besar dibandingkan dengan adaptif PID. Dari perbandingan ini diketahui bahwa performa adaptif PID memiliki kestabilan yang lebih baik dibandingkan dengan PID *trial* dan *error*.

F. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan ini digunakan untuk menguji performa dari solder oven. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan penyolderan pada suatu rangkaian elektronika. Pada penelitian ini akan menggunakan rangkaian *flip-flop* IC 555 dalam pengujiannya. Berikut adalah desain dari rangkaian *flip-flop* IC 555:



Gbr. 10 Desain Rangkaian Flip-flop IC 555

Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara dengan kontrol dan tanpa kontrol, dilakukan 3 kali pengujian pada setiap kontrol dengan variasi waktu yaitu 5 menit, 8 menit dan 11 menit. Berikut Tabel 5 merupakan hasil dari pengujian ini:

TABEL IV  
DATA HASIL PENGUJIAN TERDAPAT WAKTU

Kontrol	5 Menit	8 Menit	11 Menit
Tanpa kontrol			
Dengan kontrol			

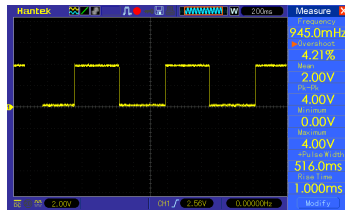
Setelah melakukan pengujian penyolderan, maka hasil dari penyolderan ini atau rangkaian *flip-flop* IC 555 akan dilakukan pengujian performa. Pengujian performa ini dilakukan dengan melihat sinyal kotak yang dihasilkan oleh rangkaian *flip-flop* IC 555. Pengukuran ini menggunakan osiloskop dan dihubungkan pada pin 3 kaki IC 555 yang merupakan pin *output*. Berikut merupakan data hasil pengukuran rangkaian *flip-flop* IC 555 seperti, pada Tabel 5 sebagai berikut:

TABEL V  
DATA HASIL PENGUJIAN PERFORMA RANGKAIAN

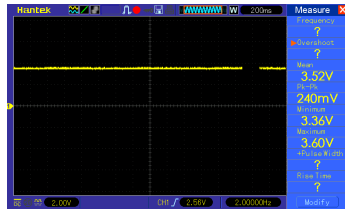
Keterangan	Gelombang
Tanpa kontrol	
5 menit	
T = 1022ms	
F = 0.978Hz	
Ton = 500ms	
Toff = 522ms	
DC = 48.9%	



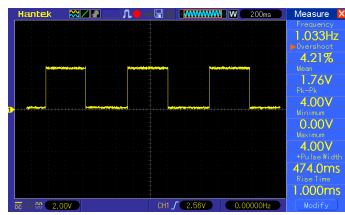
Tanpa kontrol  
8 menit  
T = 1058ms  
F = 0.945Hz  
Ton = 516ms  
Toff = 542ms  
DC = 48.7%



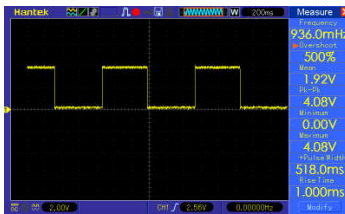
Tanpa kontrol  
11 menit



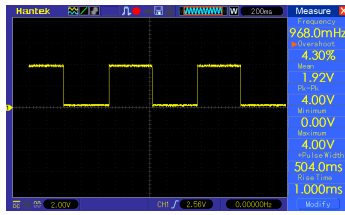
Dengan kontrol  
5 menit  
T = 968ms  
F = 1.033Hz  
Ton = 474ms  
Toff = 494ms  
DC = 48.9%



Dengan kontrol  
8 menit  
T = 1068ms  
F = 0.936Hz  
Ton = 518ms  
Toff = 550ms  
DC = 48.5%



Dengan kontrol  
11 menit  
T = 1033ms  
F = 0.968Hz  
Ton = 504ms  
Toff = 529ms  
DC = 48.7%



#### IV. KESIMPULAN (PENUTUP)

Pada pengujian didapatkan hasil pada percobaan tanpa kontrol pada percobaan 11 menit rangkaian terbakar dan rangkaian tidak dapat bekerja. Pada percobaan dengan kontrol rangkaian *flip-flop* IC 555 dapat bekerja dengan baik pada ketiga percobaan.

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Metode PID dengan adaptasi pada konstanta P, I, dan D yang diterapkan pada pengatur suhu ini memiliki *error* osilasi yang lebih kecil sehingga metode ini lebih baik dibandingkan dengan metode PID biasa dan dengan PID adaptasi dapat mempermudah *tuning* konstanta P, I dan D karena konstanta tersebut dapat berubah menyesuaikan dengan *error* yang diperoleh.
2. Pada penelitian ini, alat dapat digunakan untuk menyolder komponen SMD dengan baik, dibutuhkan waktu selama  $\pm 5$  menit dan untuk melelehkan timah dibutuhkan minimal suhu sekitar  $\pm 170^{\circ}\text{C}$ . Setelah diuji coba rangkaian *flip-flop* IC555 dapat bekerja dengan baik.

#### REFERENSI

- [1] Ali, Muhammad. 2004. Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID dengan Software MATLAB. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [2] Arduino. 2017. Arduino Uno. [www.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3](http://www.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3)
- [3] Djalal, M. R., Marchrus Ali, Andi Imran dan Herlambang Setiadi. 2017. Modifikasi Desain PID Controller Pada Permanent Magnet Synchronous Motor Dengan Flower Pollination Algorithm. Makasar: Politeknik Negeri Ujung Pndang.
- [4] Hakko. 2018. [www.hakko.com/english/products/hakko\\_953.html](http://www.hakko.com/english/products/hakko_953.html)
- [5] Hasyim, Ibnu. 2013. Rancang Bangun Pengontrol Suhu Solder Oven Berbasis Mikrokontroler Atmega 16.2(1) 01-05.
- [6] Kiswoyo. 2018. SMPS. [www.jalankatak.com/id/smeps/](http://www.jalankatak.com/id/smeps/)
- [7] Meisi. 2016. Rancang Bangun Pengatur Suhu Solder Listrik Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [8] Munandar. 2018. LCD16x2. [www.leselektronika.com/2012/06/liguid-crystal-display-lcd-16-x-2.html](http://www.leselektronika.com/2012/06/liguid-crystal-display-lcd-16-x-2.html)
- [9] Shahroki Mohammad, Alireza Zomorrodi. 2014. Comparison of PID Controller Tuning Methods. Iran: Sharif University of Technology.
- [10] Sigit, Riyanto. 2007. Robotika Sensor dan Aktuator. Yogyakarta: Graha Ilmu Vol.63.
- [11] Sudhir Ranjan, Abhiseck Sharma, Puneet Chaudhary. 2014. An Effetive Temperature Controler System Using PID Mechanism. IEEE.2(2). 182-184.
- [12] Sutarja, Dede. 2008. Analisis Unjuk Kerja *Thermocouple* Wre25 Pada Suhu Penyinteran 1500C. 2(1). 16-24.
- [13] Zabib Bashori, Sumardi, Iwan Setiawan. 2013. Pengendalian Temperature Pada Plant Sederhana Electric Furnace Berbasis Sensor Thermocouple Dengan Metode Kontrol PID.2(1) 1-8.