

Implementasi Kontrol PID Untuk Pengaturan Suhu Pada Proses Pengeringan Rumput Laut

Aditya Ardian Noor , Supriatna Adhisuwignjo , Tundung Subali Patma

Abstrak — Budidaya rumput laut saat ini sudah menjadi pekerjaan utama bagi masyarakat pesisir Utara Pulau Nusa Penida, hal ini karena permintaan rumput laut untuk memenuhi pasar ekspor cukup tinggi. Tiga faktor penting yang menunjang mutu rumput laut yaitu teknik budidaya, umur panen, dan proses pengeringan. Pengeringan yang dilakukan selama ini mengandalkan sinar matahari, selain memerlukan waktu yang cukup lama, juga tidak stabilnya suhu pengeringan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengeringan dengan pengontrolan suhu dengan metode PID. Rumput laut diatur pada kisaran suhu 45-75°C dengan menggunakan sensor suhu tipe DS18B20, heater yang digunakan memiliki daya 1500 watt dan rangkaian driver heater menggunakan pengendali PID. Metode control PID trial and error digunakan untuk mencari nilai konstanta K_p , K_i , dan K_d yang paling optimal. Nilai konstanta PID yang diperoleh pada kondisi keluaran yang stabil dan pengeringan rumput laut lebih efisien adalah $K_p=5$, $K_i=2,5$, dan $K_d=1,5$.

Kata kunci : Kontrol PID, rangkaian driver heater, sensor suhu DS18B20 , rumput laut mikrokontroler.

I. PENDAHULUAN

Pengeringan rumput laut saat ini dilakukan dengan menjemur rumput laut diatas tanah/pasir beralaskan terpal plastik. Pekerja melakukan penjemuran dengan posisi jongkok dan membungkuk, sambil bergeser-geser ke belakang, ke kanan atau ke kiri untuk menggelar rumput laut supaya tersebar merata. Dilain pihak penjemuran dengan cara seperti ini menghasilkan rumput laut berkualitas rendah yaitu kadar air yang tinggi, produk yang masih bercampur dengan debu, pasir, dan batu.

Pengeringan rumput laut dengan hasil maksimal berdasarkan pengaturan suhu pada proses pengeringannya dengan suhu tertentu yang sesuai, proses pengeringan rumput laut menjadi lebih efisien. Pada pengeringan rumput laut ini mengatur suhu 45-75 °C. Apabila pada proses pengeringan suhu di atur sesuai dengan kebutuhan maka proses pengeringan rumput laut akan lebih cepat kering dan memiliki

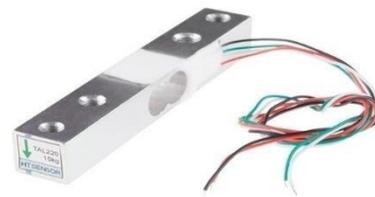
kadar air yang lebih rendah. Jika suhu dibawah kebutuhan pengeringan rumput laut maka akan membutuhkan waktu yang lama untuk proses pengeringan, jika suhu diatas kebutuhan pengeringan rumput laut maka rumput laut akan rusak atau terlalu kering dan tidak dapat digunakan sebagai bahan baku.

Penelitian terdahulu, menunjukkan bahwa alat pengering rumput laut ini mampu mengeringkan rumput laut selama ± 7 jam. Sehingga pada alat ini masih membutuhkan waktu proses pengeringan yang cukup lama.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor Berat Load Cell (Single Point)

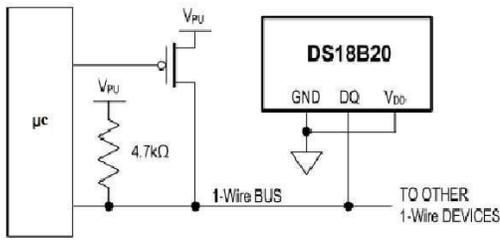
Loadcell adalah komponen utama pada sistem timbangan digital dengan output perubahan resistansi menggunakan rangkaian jembatan. Dengan memberikan tegangan sumber 5V, maka akan terjadi konversi dari berat ketegangan. Sebuah *loadcell* umumnya terdiri dari sistem konfigurasi *Wheatstone bridge*. Tingkat keakurasian timbangan bergantung dari jenis *load cell* yang dipakai. *Sensor load cell* apabila diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi di *strain gaugeny* akan berubah yang dikeluarkan melalui empat buah kabel. Dua kabel sebagai eksitasi dan dua kabel lainnya sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. Gambar dibawah ini menunjukkan bentuk fisik sensor load cell.



Gambar 1. Load Cell

2.2 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu yang memiliki keluaran digital. DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu 0,5°C pada rentang suhu -10°C sampai +85°C. Sensor suhu pada umumnya membutuhkan ADC dan beberapa *pin port* pada mikrokontroler, namun DS18B20 ini tidak membutuhkan ADC agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler dan hanya membutuhkan 1 wire saja. Gambar 2 rangkaian dibawah ini menunjukkan skema dari sensor suhu DS18B20.



Gambar 2. Skema Sensor Suhu DS18B20

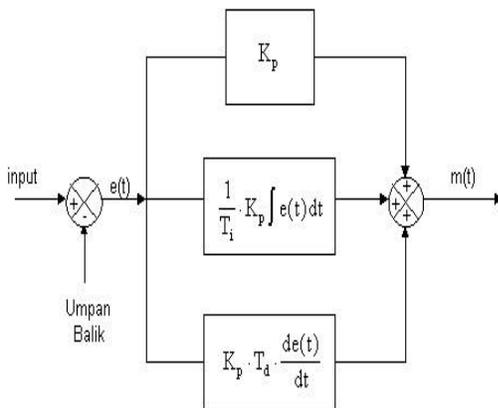
2.3 Pemanas

Elemen Pemanas merupakan lilitan kawat yang digunakan untuk menghasilkan panas dengan mengkonversikan energi listrik menjadi energi kalor. Cepat atau lambatnya media yang dipanaskan tergantung dari panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas ini. Semakin baik bahan yang digunakan dan semakin besar daya listrik yang digunakan, maka semakin cepat media untuk mencapai suhu tinggi.

Pemanas listrik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam rumah tangga ataupun digunakan dalam peralatan industri. Bentuk dan type dari pemanas listrik bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi dan tempat pemasangan serta media yang akan dipanaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi.

2.4 Metode Kontrol PID (Proportional, Integral Derivative)

Metode kontrol yang digunakan pada sistem pengeringan rumput laut adalah metode kontrol PID. Metode ini terdiri dari 3 nilai yaitu proporsional (P), Integral (I), dan diferensial (D). Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler proposional plus integral plus diferensial (kontroller PID). Elemen-elemen kontroler P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Blok diagram gambar 3 merupakan skema dari kontrol PID pada system.



Gambar 3. Blok Diagram Kontroler PID

Perhitungan kontrol PID seperti pada persamaan 1.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \tag{1}$$

2.5 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input/output pin* (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, 16 MHz *osilator* Kristal, koneksi USB, *jack* listrik, dan tombol *reset*. *Pin-pin* ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor ACDC atau baterai untuk menggunakannya. Tabel 1 menunjukkan spesifikasi dari Arduino Uno.

Tabel 1. Tabel Spesifikasi Arduino

No	Mikrokontroler	ATMega328
1.	Operasi Voltage	5V
2.	Input Voltage	7 - 12V (Rekomendasi)
3.	Input Voltage	6 – 20V (limits)
4.	I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
5.	Arus	50 mA
6.	Flash Memory	32 KB
7.	Bootloader	SRAM 2 KB
8.	EEPROM	1 KB
9.	Kecepatan	16 MHz

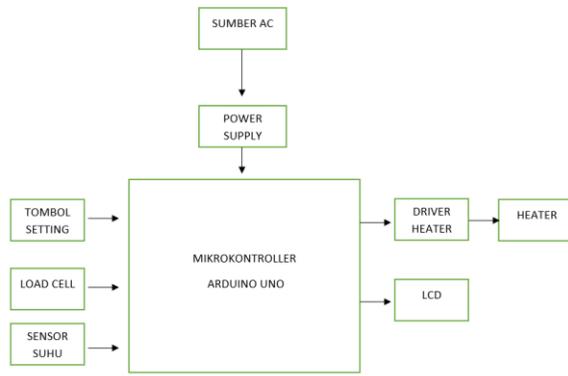
2.6 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan perangkat *display* yang paling umum dipasangkan ke mikrokontroler, mengingat ukurannya yang kecil dan kemampuan menampilkan karakter atau grafik yang lebih baik dibandingkan *display 7 segment* ataupun *alphanumeric*.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem

Pada alat ini menggunakan sumber AC sebagai sumber utama. Setelah itu sumber AC akan disearahkan menjadi sumber DC. Sumber DC akan diturunkan sebesar 7-12V atau sesuai dengan spesifikasi dari arduino. Pada bagian input terdapat 4 masukan yaitu *push button*, sensor suhu, *load cell*. Pada bagian proses terdapat mikrokontroler arduino uno. Pada bagian output terdapat 2 keluaran yaitu heater dan LCD. Diagram blok gambar 4 merupakan skema dari alat pengeringan rumput laut.



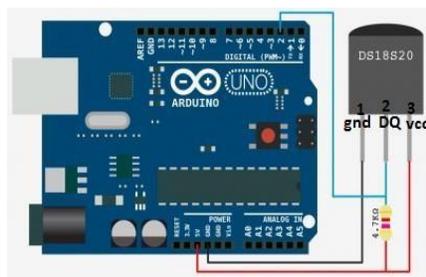
Gambar 3 Diagram Blok Sistem

3.1.1 Prinsip Kerja

Prinsip kerja diagram blok pada gambar 3 adalah mengatur suhu pada proses pengeringan rumput laut. Pada sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler memberi sinyal untuk menyalakan heater pada oven kemudian sensor suhu akan mendeteksi suhu di dalam oven dan memberikan input ke mikrokontroler, mikrokontroler akan membandingkan nilai output dan setpoint, jika suhu kurang dari nilai setpoint maka heater akan lebih dipanaskan sehingga suhu dapat mencapai nilai setpoint. Sedangkan jika suhu lebih tinggi dari nilai setpoint maka heater akan diturunkan suhunya.

3.2 Perancangan Rangkaian Sensor Suhu

Pada sistem ini digunakan sensor suhu DS18B20 yang berfungsi sebagai pembacaan suhu dalam ruang pengering atau oven. DS18B20 mempunyai kemampuan membaca suhu dengan range 55°C-125°C. Skematik rangkaian DS18B20 ditunjukkan pada gambar 2



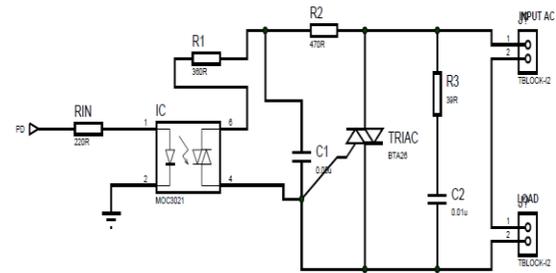
Gambar 4 Rangkaian Sensor Suhu

- Step Size : (Nilai ADC/Full Scale) * Vref
- Nilai ADC : (Vout / Vstepsize)
- Suhu : Nilai ADC * (Vstepsize / Vout)
- Nilai ADC : 10mV / 4.88mV
- Suhu (°C) : 2 * (4.88 / 10mV)
- : 0.98°C

Dari perhitungan diatas, didapatkan hasil konversi tegangan 10mV adalah sebesar 0.98°C atau sama dengan 1°C. Pada sistem ini nilai setpoint suhu yang digunakan yaitu 45°C - 75°C

3.3 Perancangan Rangkaian Driver Heater

Driver heater ini merupakan rangkaian untuk kontrol pemanas yang berfungsi untuk mengendalikan daya dari heater yang digunakan sebagai media pengering. Ketika suhu melebihi nilai setpoint, maka kontrol suhu akan menurunkan daya heater dengan mengatur sudut picu penyalan rangkaian pengontrol suhu. Kontrol ini diatur melalui pin pada mikrokontroler ATMEGA16 yang nanti akan mengatur penyalan heater.



Gambar 5 Rangkaian Driver Heater

Pada gambar 5. dapat dilihat rangkaian driver heater sesuai datasheet MOC3021 dengan memanfaatkan masukan dengan arus searah 15 mA untuk menyalakan LED MOC3021 (sesuai datasheet), selanjutnya LED akan mengaktifkan OPTOTRIAC dan kemudian memicu TRIAC yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat melewati arus AC. Keluaran optocoupler berhubungan langsung dengan sumber tegangan AC pada beban yang akan dikendalikan, akibatnya TRIAC akan terpicu sehingga heater akan teraliri arus listrik. Dengan diaturnya waktu pemberian sinyal pemucuan, maka besarnya tegangan yang diterima heater juga akan bervariasi, maksudnya adalah sudut α yang dikeluarkan oleh mikrokontroler untuk mengatur tingkat kepanasan dari heater.

Pin 1 pada MOC3021 dipasang resistor untuk membatasi arus yang masuk ke optocoupler untuk memicu nyala LED (arus Ift di datasheet adalah 15mA) dan sebagai syarat MOC3021 aktif, sehingga untuk membatasi arus yang masuk ke dalam optocoupler, maka dibutuhkan resistor dengan nilai tahanan (Rin) yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V = I \times R \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$$V_{mikro} = 5V$$

$$V_f = 1,5V \text{ (sesuai datasheet MOC3021)}$$

$$I_{ft} = 15 \text{ mA (sesuai datasheet MOC3021)}$$

$$V = I \times R$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R1 = \frac{5V - 1,5V}{15mA}$$

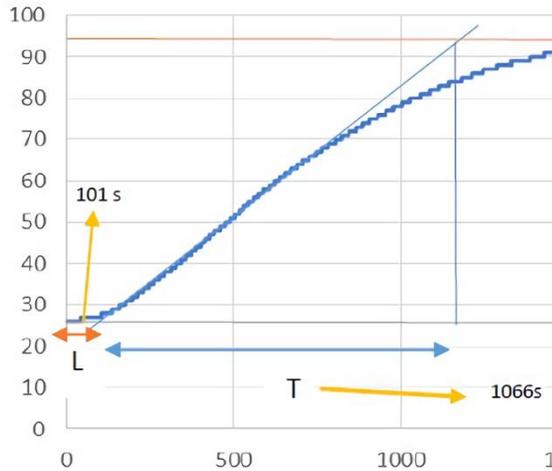
$$R1 = \frac{3,5V}{0,015A}$$

R1 = 233,3 Ω (menggunakan 220 Ω, karena sesuai dengan standarisasi resistor E22)

3.4 Perencanaan Sistem

Kontroler PI memiliki dua parameter yang berpengaruh pada kinerja kontroler ini yaitu konstanta proporsional (Kp) dan konstanta Integral (Ki). Oleh karena itu dilakukan *tunning* eksperimen untuk mendapatkan nilai Kp dan Ki yang tepat sehingga kontroler dapat bekerja secara optimal. Pada perancangan kontroler ini menggunakan *tunning* Ziegler-Nichlos metode kurva reaksi.

Berikut adalah hasil respon dari alat pengering rumput laut tanpa kontrol:



Gambar 6. Respon Sistem Tanpa Kontrol

Dari gambar grafik respon 8, dapat diketahui respon *plant* berupa kurva S, sehingga dalam perancangan ini digunakan metode *Ziegler Nichlos I*. Kemudian langkah selanjutnya yaitu mencari nilai L (dead time) dan T (waktu tunda) dari grafik respon sistem, maka didapatkan nilai L = 101 *second* dan T = 1066 *second*.

Nilai- nilai tersebut kemudian dimasukkan pada rumus

Dimana :

L = 101 second

T = 1066 second

Maka :

$$Kp = 0,9 T/L \tag{4}$$

$$= 0,9 (1066/101)$$

$$= 0,9 (10,554)$$

$$= 9,49$$

$$Ti = L/0,3 \tag{3-4}$$

$$= 101/0,3$$

$$= 336,67$$

$$Kp = Kp = \mathbf{9,49} \tag{5}$$

$$Ki = Kp/Ti \tag{3-6}$$

$$= 9,49/336,67 = \mathbf{0.028}$$

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian Sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui suhu yang ada pada *plant* dengan suhu yang ada pada alat ukur. Pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu yang terbaca pada *thermometer* dengan hasil yang didapatkan dari pembacaan sensor DS18B20 yang ditampilkan pada LCD berupa suhu aktual. Pada table II dapat dilihat perbandingan pembacaan sensor DS18B20 dengan *thermometer*

Tabel 2 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Suhu

No	Pembacaan Suhu (Termo)	Pembacaan Sistem (Sensor Suhu) (Suhu)	Error (%)
1.	22	22,79	-3,59
2.	24	24,44	-1,83
3.	27	27,86	-3,19
4.	28	28,35	-1,25
5.	31	31,77	-2,48
6.	32	32,75	-2,34
7.	33	33,24	-0,73
8.	34	34,68	-2,00
9.	35	35,66	-1,89
10.	36	36,66	-1,83
11.	38	38,1	-0,26
12.	39	39,08	-0,21
13.	40	40,54	-1,35
14.	41	41,03	-0,07
15.	42	42,01	-0,02
16.	43	43,48	-1,12
17.	45	44,45	1,22
18.	46	46,41	-0,89
19.	47	47,39	-0,83
20.	48	48,36	-0,75
21.	49	49,35	-0,71
22.	50	50,32	-0,64
23.	51	51,3	-0,59
24.	52	52,27	-0,52
25.	53	53,3	-0,57
Rata – rata Error			1,23%

Berdasarkan hasil pengujian diatas nilai kesalahan rata-rata yang diperoleh adalah 1,23%..

4.2 Pengujian Sistem

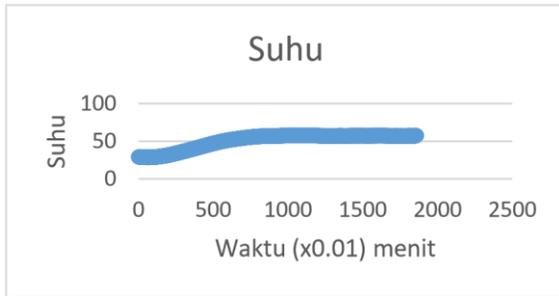
Pengujian Kontrol PID dilakukan dengan tujuan agar keluaran pada rangkaian konverter buckboost dapat stabil pada nilai *setpoint* yang telah ditentukan, sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan beban yang digunakan. Pada perancangan kontrol PID telah dilakukan dengan cara *tuning* nilai konstanta *proporsional, integral, dan derivative* dimana *tuning* PID menggunakan metode *trial and error*.

Selanjutnya untuk mendapatkan respon sistem yang diinginkan maka digunakan metode *handtuning (trial and error)*. Metode ini dilakukan dengan cara mengubah nilai parameter Kp, Ki, dan Kd sampai menemukan respon sistem yang diinginkan. Setelah dilakukan *tunning* dan perhitungan

dengan menggunakan metode *trial and error* didapatkan nilai K_p sebesar 5; K_i sebesar 0.3; dan K_d sebesar 0.5.

A. Pengujian Grafik Trial I.

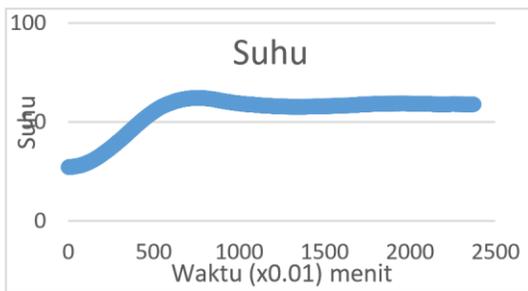
A. $K_p=1,85$; $K_i=1,6$; $K_d=1,15$; $Sp=60^\circ C$



Gambar 7 .Pengaruh waktu Pemanasan terhadap capaian suhu pada Trial PID Pertama

B. Pengujian Grafik Trial II.

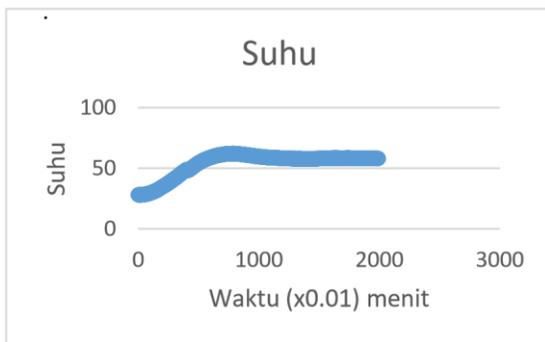
B. $K_p=5$; $K_i=2,5$; $K_d=1,5$; $Sp=60^\circ C$



Gambar 8 .Pengaruh waktu Pemanasan terhadap capaian suhu pada Trial PID Kedua

C. Pengujian Grafik Trial III.

$K_p=7$; $K_i=1,5$; $K_d=2$; $Sp=60^\circ C$.



Gambar 9 .Pengaruh waktu Pemanasan terhadap capaian suhu pada Trial PID Ketiga

Dari hasil percobaan kontrol PID yang telah dilakukan dengan mengkombinasikan parameter-parameter K_p , K_i , dan K_d dapat diketahui bahwa kombinasi dari ketiga parameter

tersebut sangatlah mempengaruhi kinerja dari sistem. Proses *tuning* yang tepat akan menghasilkan sistem yang stabil. Seperti dalam mencari parameter P, dimana fungsinya untuk mempercepat respon. Tentunya perlu nilai P yang besar agar respon semakin cepat, namun dampak negatifnya juga mengikuti, yaitu osilasi pada sistem akan mempengaruhi kestabilan sistem tersebut. Oleh karena itu perlu ditambahkan pula parameter D dimana osilasi sistem akan diredam. Dengan nilai yang tepat pula akan menghasilkan sistem yang stabil pula. Pada sistem ini menambahkan parameter I bersifat operasional. Dari fungsinya untuk mempercepat hilangnya *offset*.

V. PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa sistem pada implementasi kontrol pid untuk pengaturan suhu pada proses pengeringan rumput laut sudah berjalan dengan baik dan sesuai dengan rencana. Berikut ini adalah kesimpulan yang didapat dari percobaan alat:

1. Perancangan pengaturan suhu pada proses pengeringan rumput laut menggunakan rangkaian driver heater sebagai pengontrol aktifnya heater yang dikendalikan dengan pwm, sensor suhu DS18B20 sebagai pendeteksi suhu ruang pada heater.
2. Berdasarkan hasil pengujian kontrol PID pada pengaturan suhu diperoleh kesetabilan suhu ketika diberikan nilai proposional dan derivative menggunakan metode *tuning trial and error* dengan nilai $K_p = 5$, $K_i = 2.5$, dan $K_d = 1.5$.
3. Pada proses pengeringan rumput laut, tingkat kestabilan suhu yang didapat adalah ketika proses system telah berjalan kurang lebih selama 25 menit. Tingkat kestabilan suhu juga bergantung pada nilai K_p , K_i , K_d yang digunakan.

5.2 Saran

Pada sistem pengeringan rumput laut, untuk penempatan *sensor loadcell* berada di tengah. Hal ini dikarenakan untuk menambah tingkat keakurasian dalam membaca berat pada objek. Pada sistem pengeringan rumput laut disarankan menggunakan *heater* dengan kapasitas daya lebih besar sehingga dapat mempercepat proses pengeringan rumput laut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Poncomulyo, T. Maryani, H., Kristiana, L., 2006, *Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut*. AgroMedia Pustaka, Jakarta

[2] Fithriani et al. Fudholi et al., 2016. *Karakteristik Pengeringan Rumput Laut* . Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

[3] Anak Agung Gde Ekayana. 2016. *Rancang Bangun Alat Pengering Rumput Laut Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*: UNDIKSHA; Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.

- [4] Sehendra Imam. dkk. 2015. *Aplikasi Loadcell Untuk Otomasi Pada Depot Air Minum Isi Ulang*. Universitas Internasional Batam. Jurusan Teknik Elektro
- [5] Hendrawati, 2016. *Pengolahan Rumput Laut Dan Kelayakan Industrinya*. UMJ Press.
- [6] Nurazizah Ellia.dkk. 2017. *Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20 Untuk Penyandang Tunanetra*: Universitas Telkom ; Jurusan Teknik Elektro. e-Proceeding of Engineering. Vol.4, No.3 Desember 2017. ISSN:2355-9365
- [7] Ogata, Katsuhiko. 2010. *Modern Control Engineering 5th Edition*. USA : Perason
- [8] Datasheet DS18B20 Digital Thermometer. Dallas Semiconductor.
- [9] Surata. 2012. *Peningkatan Mutu Rumput Laut Kering Menggunakan Pengering Tipe Kabinet: Universitas Udayana*. Jurusan Teknik Mesin
- [10] Wibowo. 2012. *Pengolahan Rumput Laut (Eucheuma Cottoni) Menjadi Serbuk Minuman Instan*. Politeknik Negeri Pontianak. Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan.