

# PENGENDALIAN SUHU KELEMBABAN RUANG EKSTRAKSI METODE MASERASI MINYAK ATSIRI MELATI KONTROLER PID BERBASIS ARDUINO MEGA

Laksana Widya Peryoga<sup>1</sup>, Ir. Retnowati, MT.<sup>2</sup>, Dr. Ir. Bambang Siswoyo, MT.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro, <sup>2,3</sup>Dosen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: [laksanawperyoga@gmail.com](mailto:laksanawperyoga@gmail.com)

**Abstrak**—Arduino Mega 2560 merupakan *board* mikrokontroler berbasis ATmega 2560, penggunaannya saat ini sangatlah luas. Kemajuan teknologi saat ini membuat modul ini yang menjadi pilihan sebagian besar industri sebagai alat pengontrol yang baik.

Dalam skripsi ini Arduino Mega diaplikasikan sebagai alat pengontrol suhu dan kelembaban relatif ruang yang diharapkan nantinya dapat menunjang pada khususnya dalam kebutuhan produksi minyak atsiri bunga melati. Pengendalian suhu dan kelembaban ini dilakukan secara terus menerus pada suhu rentang 26-30°C dan kelembaban relatif rentang 20-60% RH. Keadaan ini akan terjadi secara terus menerus hingga suhu dan kelembaban relatif mencapai *set point* suhu sebesar 27°C dan *set point* kelembaban sebesar 45% RH.

Proses perancangan kontroler *On-Off* pada suhu dan PID pada kelembaban ini menggunakan metode *root locus* dan didapatkan bahwa semua akar berada disebelah kiri bidang *s*, sehingga respon yang didapat dari semua pole stabil. Hasil perhitungan parameter PID dengan *pole s* = -3.1975 didapatkan nilai parameter PID terbaik yaitu  $K_p = 6.5259$ ,  $K_i = 10$  dan  $K_d = 1.0205$ .

**Kata kunci:** Arduino Mega 2560, Pengendalian Suhu Kelembaban Relatif, Kontroler PID

## I. PENDAHULUAN

Minyak atsiri atau yang disebut juga dengan *essential oils*, *etherial oils* atau *volatile oils* adalah komoditi ekstrak alami dari jenis tumbuhan yang berasal dari daun, bunga, kayu, biji-bijian bahkan putik bunga. Melati putih (*Jasminum sambac*) merupakan salah satu tanaman komoditas bernilai tinggi untuk menghasilkan minyak atsiri.

Minyak atsiri melati dapat diproduksi dengan menggunakan metode maserasi. Metode maserasi merupakan proses perendaman sampel dengan pelarut yang digunakan pada temperatur dan kelembaban ruang. Proses ini sangat menguntungkan dalam isolasi senyawa bahan alam karena dengan perendaman sampel tumbuhan akan mengalami pemecahan dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut, selain itu untuk mendapatkan ekstraksi yang sempurna dapat diatur lama perendamannya. Menurut *West Midlands Public Health Observatory* (UK) (2006), 27°C (81°F) dinyatakan sebagai maksimum suhu ruang yang nyaman

pada temperatur udara 27°C, dan kelembaban relatif udara yang optimal adalah di bawah 40% (Purnomo, 2000).

Maka dari itu, Tujuan skripsi ini adalah membuat alat kontrol otomatis dengan menggunakan Arduino Mega untuk membantu pengendalian suhu dengan rentang 26-30°C dan kelembaban rentang 20-60%RH pada ruang proses ekstraksi metode maserasi minyak atsiri pada bunga melati, dengan menggunakan kontrol aksi proporsional, integral dan differensial (PID) pada pengendalian kelembabannya sedangkan suhunya dikendalikan secara *On-Off*. Diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi minyak atsiri pada bunga melati sehingga bisa mengurangi potensi kerusakan pada hasil minyak atsiri bunga melati serta mengurangi kerugian pada produsen.

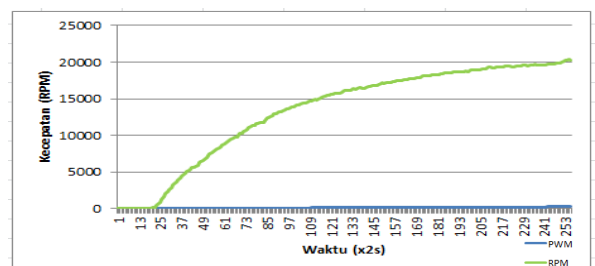
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Motor Pompa DC

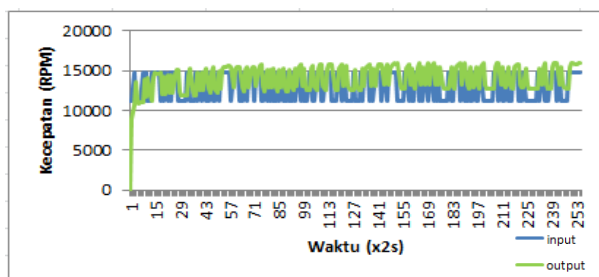
Motor pompa DC yang digunakan pada perancangan ini adalah sebuah motor DC magnet permanen (Gambar 1) yang digunakan untuk menyemprotkan air dari tandon ke miniatur *box*. Karakteristik motor DC pompa yang digunakan ditunjukkan dalam Gambar 2.



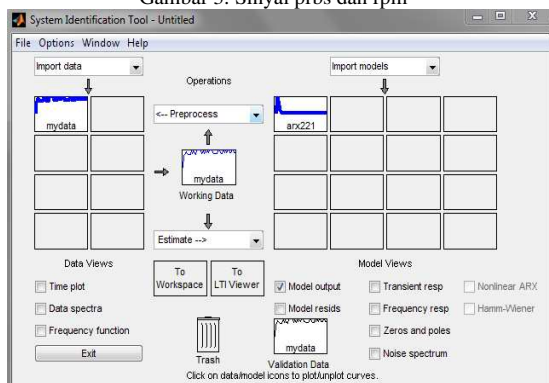
Gambar 1. Motor Pompa



Gambar 2. Karakteristik motor DC



Gambar 3. Sinyal prbs dan rpm



Gambar 4. Identifikasi dengan ident pada MATLAB 2010

Fungsi alih motor DC diperoleh dengan cara membangkitkan sinyal prbs dari arduino mega yang ditunjukkan dalam Gambar 3. Setelah didapatkan sinyal prbs dilakukan identifikasi dengan *fungsi ident* pada MATLAB 2010 (Gambar 4).

Data identifikasi yang digunakan adalah sinyal PRBS (*Pseudo Random Binary Sequence*) sebagai *input* sedangkan kecepatan sebagai *output*. Struktur model yang digunakan adalah *Auto Regressive with Exogenous input* (ARX) dengan estimasi parameter 2 2 1 dan didapatkan fungsi alih motor

$$\frac{1.554 s + 0.07371}{s^2 + 1.688 s + 0.0685}$$

## B. Sensor Suhu dan Kelembaban

Sensor SHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban digital yang dibuat oleh perusahaan asal Swiss yang bernama Sensirion Corp. Sensor ini mempunyai keluaran digital untuk membaca suhu dan kelembaban dan telah dikalibrasi oleh perusahaan pembuatnya (Sensirion, 2002). Bentuk sensor SHT11 ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Sensor SHT11

## C. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega 2560. Modul ini memiliki 54 digital *input/output* di mana 14 digunakan untuk PWM *output* dan 16 digunakan sebagai analog *input*, 4 untuk UART, 16 MHz osilator kristal, koneksi

USB, *power jack*, ICSP Header, dan tombol *reset*. Modul ini memiliki segalanya yang dibutuhkan untuk memprogram mikrokontroler seperti kabel USB dan sumber daya melalui adaptor ataupun *battery*.

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega2560 ini menyediakan empat *UART hardware* untuk komunikasi serial. (LED) *Light-Emitting Diode* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2/ATmega16U2 koneksi Chip dan USB ke komputer.



Gambar 6. Arduino Mega 2560

## D. LCD Keypad Arduino Shield

LCD Keypad Arduino Shield dikembangkan untuk modul Arduino yang kompatibel, untuk menyediakan antarmuka *user-friendly* yang memungkinkan pengguna untuk pergi melalui menu, membuat pilihan dan lain-lain, terdiri dari 1602 karakter putih LCD dengan latar belakang biru. Tombol terdiri dari 5 tombol - *reset*, atas, kanan, bawah dan kiri. Untuk menyimpan pin I/O digital, antarmuka keypad hanya menggunakan satu saluran ADC. Nilai tegangan dari setiap keypad pada saat membaca adalah 5 V.



Gambar 7. LCD Keypad Arduino Shield

## E. Kontroler PID

Sistem kontrol otomatis membandingkan nilai sebenarnya dari keluaran sistem secara keseluruhan dengan mengacu pada masukan (nilai yang dikehendaki). menentukan penyimpangan, dan menghasilkan sinyal kontrol yang akan mengurangi penyimpangan menjadi nol atau nilai yang terkecil.

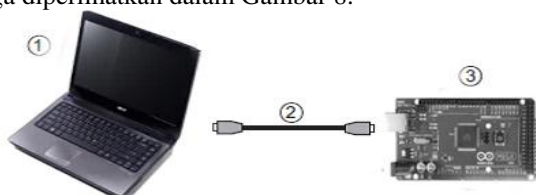
Kontroler PID dapat di *tuning* dengan beberapa cara, antara lain Ziegler-Nichols *tuning*, *loop tuning*, metode analitis, optimasi, *pole placement*, *Root Locus*, *auto tuning*, dan *hand tuning*. Langkah awal proses pencarian parameter PID dilakukan dengan cara mencari fungsi alih aktuator sistem yang berupa motor DC. Pencarian fungsi alih menggunakan sinyal *pseudo-random binary sequence* (PRBS) dengan metode identifikasi pada matlab. Pada penelitian ini kontroler PID didapat dengan metode *root locus*.

### III. PERANCANGAN ALAT

Perancangan alat meliputi pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak, perangkat keras meliputi perancangan rangkaian pengontrolan sensor SHT11 sampai dapat terhubung dengan seperangkat komputer, serta rangkaian catu untuk *driver* motor L298N. Perangkat lunak meliputi program untuk Arduino mega dalam bentuk bahasa C++ sebagai masukan memori Arduino mega. Program dibuat menggunakan *software* Arduino *compiler* 1.5.7.

#### A. Menghubungkan Arduino Mega dengan Komputer

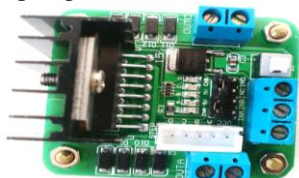
Dalam penelitian ini yang dibutuhkan adalah seperangkat komputer dan Arduino mega lengkap dengan modul yang akan dijadikan masukan dan keluaran program. Koneksi komputer dan Arduino mega diperlihatkan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Menghubungkan Arduino Mega dengan Komputer

#### B. Rangkaian *Driver* Motor L298N

Pada penelitian ini *driver* yang akan digunakan adalah *driver* motor L298N (Gambar 9). *Driver* ini berfungsi sebagai penghubung antara keluaran PWM dari Arduino mega menuju motor DC yang dalam hal ini adalah sebuah pompa.



Gambar 9. Rangkaian *driver* motor L298N

#### C. Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini pemrograman bahasa C++ menggunakan *Arduino Compiler* 1.5.7. Perancangan program dilakukan setelah simulasi dan analisa perhitungan dari Arduino Mega 2560.

### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pengujian ini meliputi pengujian perangkat keras dalam hal ini sensor SHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban dari miniatur *box* diteruskan dengan pengujian respon *driver* dan hubungan PWM dengan kecepatan motor. Diteruskan dengan pengambilan data *input-output* dengan penggunaan sinyal PRBS, kemudian data tersebut dianalisa dengan MATLAB 2010 dengan fasilitas ident yang tersedia.

#### A. Pengujian *Driver* Motor

Pengujian bertujuan untuk mengetahui kinerja dan respon dari rangkaian *driver* pengendali motor DC L298N dengan membandingkan dan menguji sinyal keluaran dari *driver* motor terhadap sinyal masukan

PWM yang diberikan oleh mikrokontroler. Hasil pengujian *driver* motor ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Driver* Motor

No	PWM	Tegangan Kontroler (Volt)	Tegangan <i>Driver</i> L298N (Volt)
1	0	0	0
2	10	0.24	0.45
3	20	0.46	0.84
4	30	0.58	1.24
5	40	0.76	1.72
6	50	0.95	2.24
7	60	1.13	2.75
8	70	1.30	3.30
9	80	1.51	3.76
10	90	1.67	4.22
11	100	1.88	4.67
12	110	2.05	5.16
13	120	2.24	5.62
14	130	2.43	6.08
15	140	2.62	6.54
16	150	2.81	7.00
17	160	2.99	7.48
18	170	3.17	7.93
19	180	3.35	8.40
20	190	3.55	8.88
21	200	3.73	9.33
22	210	3.90	9.81
23	220	4.10	10.27
24	230	4.29	10.74
25	240	4.45	11.19
26	250	4.64	11.65
27	255	4.77	11.83

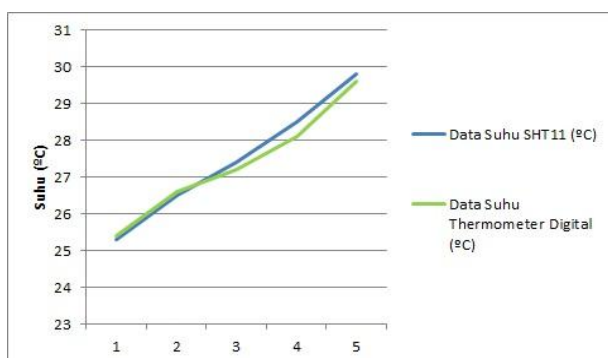
Berdasarkan Tabel 2, pengujian ini menunjukkan bahwa keluaran tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian *driver* motor L298N sesuai dengan yang dibutuhkan oleh motor pompa DC. Sehingga dapat disimpulkan *driver* motor L298N dapat bekerja dengan baik.

#### B. Pengujian sensor SHT11

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keluaran yang dihasilkan oleh sensor SHT11 sesuai suhu dan kelembaban yang telah ditentukan. Hasil pengujian diperlihatkan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Suhu Sensor SHT11

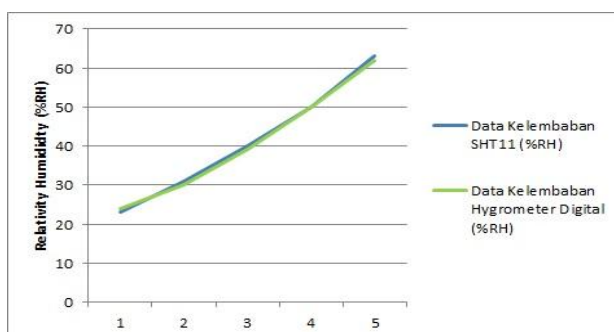
No.	Data Suhu SHT11 (°C)	Data Suhu Thermometer Digital (°C)	Selisih	
			(°C)	%
1	26.5	26.6	0.1	0.37
2	27.4	27.2	0.2	0.73
3	28.5	28.1	0.4	1.42
4	29.8	29.6	0.2	0.67
5	30.3	30.4	0.1	0.39
Kesalahan ( <i>error</i> ) rata-rata			0.2	0.72



Gambar 10. Perbandingan Suhu Sensor SHT11 terhadap Thermometer Digital

Tabel 4. Hasil Pengujian Kelembaban Sensor SHT11

No.	Data Kelembaban SHT11 (%RH)	Data Kelembaban Hygrometer Digital (%RH)	Selisih	
			(%RH)	%
1	23	24	1.0	4.16
2	31	30	1.0	3.33
3	40	39	1.0	2.56
4	50	50	0.0	0.00
5	63	62	1.0	1.61
<b>Kesalahan (error) rata-rata</b>			0.6	2.33



Gambar 11. Perbandingan Kelembaban Sensor SHT11 terhadap Hygrometer Digital

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor SHT11 memiliki kemampuan baik dalam melakukan pembacaan perubahan suhu serta kelembaban dengan nilai rata-rata *error* suhu 0.72% dan nilai rata-rata *error* kelembaban 2.33%.

### C. Pengujian sistem keseluruhan

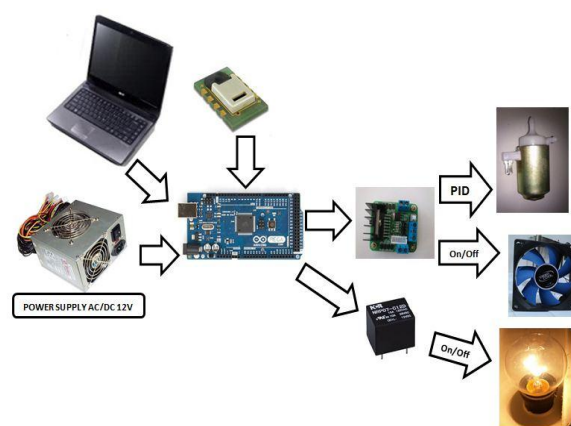
Prosedur pengujian yang dilakukan untuk sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut.

1. Membuat program bahasa C++ berdasarkan *library* pada *Arduino Compiler 1.5.7* untuk di masukkan ke dalam ATmega 2560 pada *Arduino Mega*. ditunjukkan dalam Gambar 11.



Gambar 12. Program Bahasa C++ pada *Arduino Compiler 1.5.7*

2. Menyusun rangkaian *Arduino mega* seperti dalam Gambar 12.



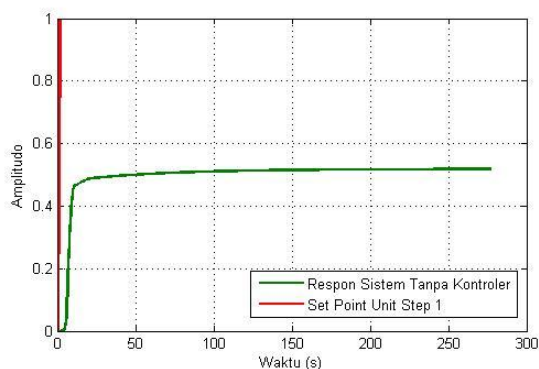
Gambar 13. Rangkaian secara keseluruhan sistem

3. Menghubungkan *power supply* sebagai sumber catu daya untuk *Arduino mega* dan aktuator.
4. Setelah membuat program bahasa C++ pada *Arduino Compiler 1.5.7*, kemudian di Upload ke dalam memori *Arduino Mega*.
5. Sebelum menjalankan program dalam *Arduino Compiler 1.5.7*, sensor suhu dan kelembaban SHT11 yang akan menjadi input pada *Arduino Mega* dihubungkan melalui port digital *Arduino Mega*.
6. Menghubungkan keluaran PWM dari port 01 dan 03 dengan *driver motor L298N*. Dan kemudian *upload* bahasa C++ pada *Arduino Compiler 1.5.7*.

Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai kontroler yang dibutuhkan agar sistem bekerja sesuai dengan *set point* yang diinginkan.

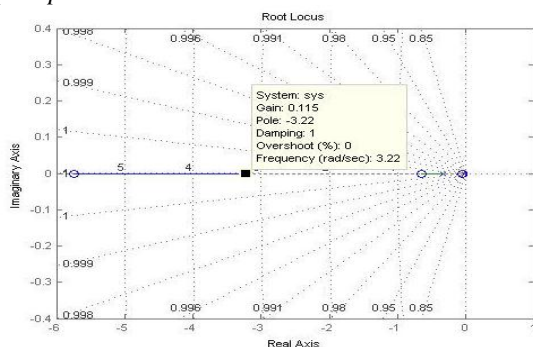
#### • Pengujian Sistem Tanpa Kontroler

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon sistem jika tanpa diberi kontroler. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Gambar 14



Gambar 14. Grafik Respon Sistem Tanpa Kontroler dengan Set Point Unit Step 1

Untuk mendapatkan parameter PID yang diinginkan terlebih dahulu ditentukan *pole* yang diinginkan berdasarkan grafik *root locus* dari sistem. Dari grafik *root locus* dapat dilihat bahwa semua akar berada pada sisi kiri bidang *s*, dapat disimpulkan bahwa sistem stabil dalam nilai manapun, dalam penelitian ini dipilih *pole*  $s = -3.1975$ .



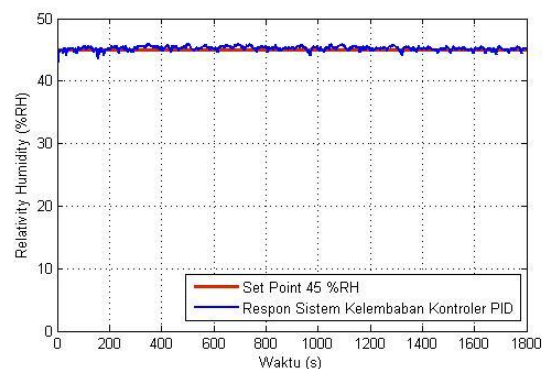
Gambar 15. Grafik Root Locus Sistem Keseluruhan

Dari gambar 14 dapat diketahui bahwa respon sistem tanpa Kontroler tidak dapat mencapai *set point Unit Step 1*. Dengan digunakannya parameter PID dengan metode *Root locus* hasil tuning diharapkan akan mendapatkan respon yang lebih cepat dari pada respon tanpa menggunakan PID. Parameter PID yang didapat dipilih nilai PID yang memiliki respon terbaik yaitu :

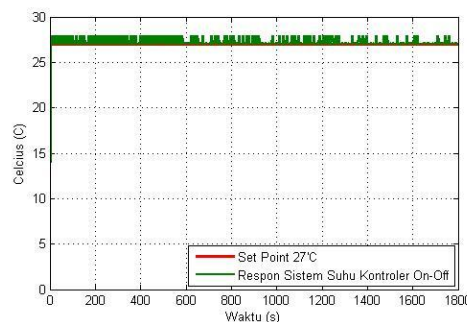
$$\begin{aligned} KP &= 6.5259 \\ KI &= 10 \\ KD &= 1.0205 \end{aligned}$$

#### • Pengujian Sistem dengan Kontroler

Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat keras dan perangkat lunak serta mengetahui respon keseluruhan sistem dengan PID pada kelembaban saja sedangkan suhu menggunakan kontroler *On-Off*. Implementasi nilai parameter PID yang telah dihitung yaitu  $KP=6.5259$ ,  $KI=10$  dan  $KD=1.0205$  ke dalam rangkaian keseluruhan sistem dengan *set point* kelembaban 45%, sedangkan *set point* kontroler *on-off* pada suhu 27°C. Dari proses implementasi tersebut dihasilkan respon seperti pada gambar 16 dan 17.



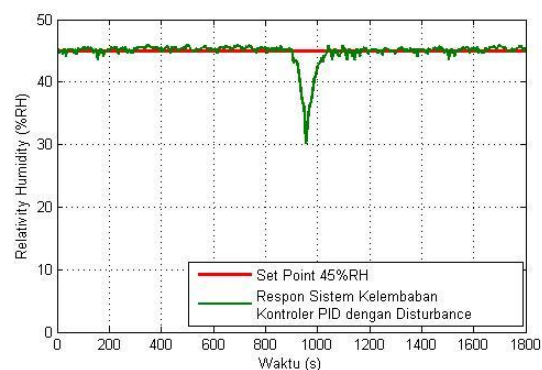
Gambar 16. Grafik Respon Sistem Kelembaban dengan Kontroler PID dengan Set Point 45%RH



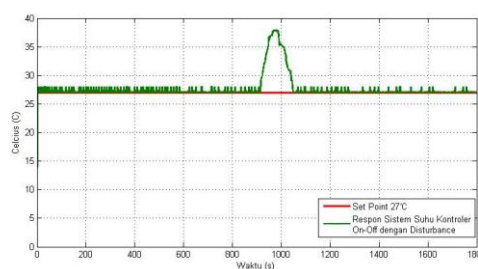
Gambar 17. Grafik Respon Sistem Suhu dengan Kontroler On-Off dengan Set Point 27°C

#### • Pengujian Sistem Kontroler dengan Disturbance

Pengujian sistem secara keseluruhan dengan *disturbance* ini dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat keras dan perangkat lunak serta mengetahui respon keseluruhan sistem dengan PID pada kelembaban saja sedangkan suhu menggunakan kontroler *On-Off*. Ketika mendapatkan *disturbance* berupa perubahan aliran kelembaban turun drastis dan suhu naik drastis. Grafik sistem yang telah diberi *disturbance* dapat dilihat dalam gambar 18 dan 19.



Gambar 18. Grafik Respon Sistem Kelembaban Kontroler PID Set Point 45%RH dengan Disturbance



Gambar 19. Grafik Respon Sistem Suhu Kontroler *On-Off* dengan *Set Point* 27°C dengan *Disturbance*

Dari kedua grafik diatas (gambar 18 dan 19) yang berupa hasil pengujian dapat dilihat respon system terhadap *disturbance* berupa perubahan kelembaban yang kering dan suhu yang dingin secara drastis. Sistem dapat kembali pada keadaan *steady state* setelah terjadinya *disturbance* dan mengalami proses *recovery* (pemulihan) dalam waktu, kelembaban sebesar 120 detik (s) dan suhu sebesar 125 detik (s). Oleh karena itu dapat disimpulkan perancangan sistem pengendalian pada perancangan alat ini telah bekerja dengan baik.

## V. KESIMPULAN DAN PROSPEK

Dari perancangan dan pembuatan alat pengendalian suhu dan kelembaban ruang ekstraksi metode maserasi minyak atsiri bunga melati berbasis Arduino mega dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem pengendalian suhu menggunakan kontroler *On-Off* dan pengendalian kelembaban menggunakan kontroler PID berdasarkan metode *Root Locus*.
2. *Set Point* Suhu pada perancangan alat sebesar 27°C dan *Set Point* kelembaban sebesar 45%RH.
3. Berdasarkan data respons sistem yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan metode *Root Locus*, maka parameter kontroler PID dapat ditentukan pada *plant* kelembaban yang mempunyai nilai  $K_p = 6.5259$ ,  $K_i = 10$ ,  $K_d = 1.0205$ .
4. Hasil pengujian keseluruhan ini dengan *disturbance* terhadap kontroler PID pada kelembaban dan kontroler *On-Off* pada suhu, menunjukkan bahwa respon sistem dapat kembali pada keadaan *steady state* dan mengalami proses *recovery* (pemulihan) dalam waktu, kelembaban sebesar 120 detik (s) dan suhu sebesar 125 detik (s).

Sebaiknya menggunakan miniatur *box* dengan kapasitas ruang yang lebih ideal dan vakum dari udara luar agar dalam pengendalian suhu dan kelembaban lebih maksimal. Disarankan pula mencoba dengan kontroler PID pada kedua variabel, suhu dan kelembabannya agar diharapkan pengendalian lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ogata, K. 1997. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Terjemahan Edi Leksono, Jakarta : Erlangga.
- [2] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 1*. 1994, Erlangga: Jakarta.
- [3] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 2*. 1994, Erlangga: Jakarta.
- [4] Pinasthika, Adhi Pradana. 2014. *Ekstraksi Minyak Atsiri Bunga Melati dengan Metode Maserasi dan Perlakuan Pendahuluan PEF.*, Tugas Akhir: Teknologi Industri Pertanian, Universitas Brawijaya.
- [5] Ardyani, Firda. 2013. *Sistem Pengendalian Level Cairan Tinta Printer Epson C90 Sebagai Simulasi Pada Industri Percetakan Menggunakan Kontroler PID.*, Tugas Akhir: Teknik Elektro, Universitas Brawijaya.
- [6] Tuasikal, Dyah Ayu Anggreini. 2014. *Pengendalian Kadar Keasaman (Ph) Pada Pengendapan Tahu Menggunakan Kontroler Proporsional Integral Differensial Berbasis Atmega 328*. Tugas Akhir. Teknik Elektro. Universitas Brawijaya.