



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan MT Haryono 167 Telp & Fax. 0341 554166 Malang 65145

**KODE
PJ-01**

**PENGESAHAN
PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

NAMA : DZIKRULLAH AKBAR
NIM : 0910633045
PROGRAM STUDI : TEKNIK KONTROL
**JUDUL SKRIPSI : SISTEM PENGENDALIAN SUHU PADA ALAT PENGERING
CENGKEH MENGGUNAKAN KONTROLER PID**

TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH:

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Purwanto, M.T.
NIP. 19540424 198601 1 001

Rahmadwati, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 19771102 200604 2 003

**SISTEM PENGENDALIAN SUHU PADA ALAT PENGERING CENGKEH
MENGUNAKAN KONTROLER PID**

PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

DZIKRULLAH AKBAR

NIM. 0910633045

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2015

SISTEM PENGENDALIAN SUHU PADA ALAT PENGERING CENGKEH MENGUNAKAN KONTROLER PID

Dzikrullah Akbar, Purwanto, Rahmadwati

Teknik Elektro Universitas Brawijaya
Jalan M.T Haryono No.167 Malang 65145 Indonesia
Email : zillakbar@gmail.com

Abstrak— Cengkeh adalah salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Hal ini cukup beralasan karena Indonesia adalah Negara agraris. Namun cengkeh memiliki hambatan yaitu mudah busuk apabila masih dalam keadaan fresh atau belum mengalami proses pengeringan. Pada saat ini pengeringan yang dilakukan ada dua cara, yaitu pengeringan secara alami menggunakan sinar matahari langsung dan pengeringan menggunakan mesin (*artificial dryer*). Sehubungan dengan tidak menentunya proses pengeringan pada musim hujan, saya ingin memberikan inovasi dengan merancang suatu alat pengering cengkeh berbahan bakar gas yang dapat dikendalikan secara otomatis.

Penelitian ini difokuskan pada pengendalian suhu untuk pengeringan cengkeh, dengan menggunakan kontroler proporsional integral derivatif, sehingga diperoleh suatu desain pengendalian suhu yang tepat untuk proses pengeringan cengkeh

Perancangan dan pembuatan sistem pengendalian suhu pada alat pengering cengkeh pada penelitian ini berhasil dilakukan dengan menggunakan metode satu *Ziegler-Nichols*, didapatkan nilai parameter yang sesuai untuk sistem yaitu $K_p=9,2$, $K_i=0,19$, dan nilai $K_d=110,4$. Sistem alat pengering cengkeh dapat mencapai *set point* 77°C dan *settling time* 205 detik. Didasari dengan nilai tersebut perancangan perangkat lunak untuk sistem pengendalian suhu menggunakan *software* pada Arduino uno dapat bekerja dengan baik karena dapat menjaga suhu pada kisaran 77°C selama 3 jam sesuai dengan standar pengeringan cengkeh menggunakan mesin untuk mendapatkan hasil kadar air yang baik..

Kata Kunci— cengkeh, pengeringan cengkeh, Kontroler Proporsional Integral Derivatif.

I. PENDAHULUAN

Cengkeh adalah salah satu komoditas pertanian di Indonesia yang menjadi unggulan. Hal ini cukup beralasan karena Indonesia adalah Negara agraris. Pada saat ini pengeringan yang dilakukan ada dua cara, yaitu pengeringan secara alami menggunakan sinar matahari langsung dan pengeringan menggunakan mesin (*artificial dryer*). Namun dengan kondisi iklim di Indonesia yang tropis, yang dimana terdapat dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada saat musim hujan proses pengeringan cengkeh akan sangat terganggu. Hal itu mengakibatkan penurunan kuantitas produksi cengkeh pada musim hujan. Setelah melakukan survey pada salah satu tempat pengolahan cengkeh saya mendapatkan suhu yang diperlukan untuk proses pengeringan cengkeh menggunakan mesin dalam hal ini mesin BSH, “yang dimana suhu untuk proses pengeringan berkisar 75°C - 80°C dengan rentang waktu

2 – 3 jam kadar airnya menurun sampai kira-kira 30%” (Apianingsih, 2002: 5).

Penelitian skripsi ini adalah untuk membuat alat yang mana diharapkan mampu menjaga dan mengontrol kestabilan suhu dalam proses pengeringan. Pada penelitian skripsi ini digunakan Arduino uno, sensor *DS1820* dan *motor DC servo* serta kontrol Proporsional Integral Diferensial (PID) sebagai kontrol pengendali. Penggunaan kontrol PID sebagai kontrol pengendali dikarenakan pada sistem pengaturan suhu ini dibutuhkan *settling time* yang cepat dengan akurasi tinggi. Kontrol Proporsional Integral Diferensial digunakan untuk menentukan besarnya sudut *valve* dengan *motor dc servo* sehingga menghasilkan suhu yang diinginkan.

II. IDENTIFIKASI SISTEM

A. PENGOLAHAN CENGKEH

“Produk utama tanaman cengkeh adalah bunga cengkeh. Pada saat di panen, cengkeh mempunyai kadar air 70% - 80%” (Toyib, 1979: 54). Bunga cengkeh yang digunakan dalam produksi rokok kretek adalah bunga cengkeh dalam keadaan kering. Proses pengolahan bunga cengkeh sampai menjadi bahan siap pakai terdiri atas beberapa tahap, yaitu pemanenan, perontokan, fermentasi, pengeringan, dan penyimpanan.

B. Pengeringan

Pengeringan bunga cengkeh dapat dilakukan dengan dua cara, pertama secara tradisional dengan menjemurnya di terik panas matahari secara langsung, dan kedua dengan menggunakan mesin pengering (*artificial dryer*). Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, namun cara kedua mengurangi ketergantungan terhadap cuaca, sehingga jika cuaca kurang baik maka waktu pengeringan akan sangat lama. Waktu pengeringan cengkeh yang terlalu lama akan menghasilkan bunga cengkeh dengan mutu rendah, rupa kurang menarik dan kadar minyak rendah. Pengeringan dengan alat pengering buatan bertujuan untuk menghindarkan kerusakan bunga akibat proses pengeringan yang terlalu lama dan untuk menurunkan kadar airnya sebesar $\pm 30\%$. Dengan kadar air sebesar itu bunga cengkeh dapat disimpan selama 2-3 bulan.

Bunga cengkeh yang diolah dengan baik akan menghasilkan bunga cengkeh kering yang bermutu baik, yang ditandai dengan bentuk yang utuh, warna coklat kehitaman, mengkilat dan bebas dari bau apek dan jamur.

A. Sensor Suhu DS1820

Sensor suhu DS1820 yang ditunjukkan dalam Gambar 1 merupakan sensor yang memiliki kemampuan tahan air (waterproof). DS1820 cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit atau basah. Karena output data sensor suhu ini merupakan data digital, maka tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS1820 menyediakan 9 hingga 12-bit (yang dapat dikonfigurasi) data. Karena setiap sensor DS1820 memiliki silicon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS1820 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C



Gambar 1. Sensor Suhu DS1820

B. Motor Servo

Motor servo adalah motor dengan sistem *closed feedback* yang berarti posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada dalam motor servo. Motor ini terdiri atas sebuah motor, serangkaian *internal gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut putaran *servo*. Sedangkan sudut sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Gambar 2 merupakan motor DC *servo*.



Gambar 2. Motor Servo

C. Kontroler Proporsional Integral Differensial

Gabungan kontrol proporsional, integral, dan differensial mempunyai keunggulan dibandingkan dengan masing-masing dari tiga kontrol tersebut. Masing – masing kontrol P, I, maupun D berfungsi untuk mempercepat reaksi sistem, menghilangkan *offset*, dan mendapatkan energy ekstra ketika terjadi perubahan *load*.

Persamaan kontrol PID ini dapat dinyatakan dalam persamaan 1 :

$$m(t) = Kp \cdot e(t) + \frac{Kp}{Ti} \cdot e(t)dt + Kp \cdot Td \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Dalam transformasi Laplace dinyatakan dalam persamaan 2 :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = Kp \left(1 + \frac{1}{Ti \cdot s} + Td \cdot s \right) \quad (2)$$

D. ARDUINO UNO

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP *header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua *board* sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan *board* sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial. *Board* arduino uno ditunjukkan dalam Gambar 2.6



Gambar 2.6 Tampak Depan Arduino Uno

Nama “Uno” berarti *satu* dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya.

III. PERANCANGAN MODUL

Perancangan ini meliputi pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak, perangkat keras meliputi perancangan sensor DS1820, perancangan rangkaian motor DC, perancangan relay kipas, dan perancangan elektrik motor DC *servo*, untuk perangkat lunak meliputi pembuatan program pada Arduino ATmega2560.

A. Perancangan Alat Pengering Cengkeh

Konstruksi alat pengering cengkeh dapat dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Skema Konstruksi Alat Pengering Cengkeh

B. Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini menggunakan *software* Arduino 1.0 untuk arduino Atmega328.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pengujian ini meliputi pengujian perangkat keras yaitu pengujian sensor DS1820, , pengujian motor DC *servo*, pengujian sistem keseluruhan dan pengujian sistem yang telah diberi gangguan. Sebelum dilakukan pengujian sistem keseluruhan, perlu dicari karakteristik plant untuk menentukan kontroler yang tepat. Setelah didapatkan karakteristiknya, kemudian dapat dilakukan penyesuaian pada sistem.

A. Pengujian Sensor DS1820

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pembacaan sensor DS1820 terhadap perubahan suhu dengan membandingkan dengan pembacaan pada termometer. Hasil dari pengujian sensor dapat dilihat dalam Tabel 1.

No	Suhu (termometer) (°C)	Pembacaan sensor DS1820				
		Data 1	Data 2	Data 3	Rata-rata (°C)	Error (%)
1	20	19,87	19,90	19,74	19,85	0,17
2	25	24,88	24,81	24,83	24,83	0,17
3	30	29,91	30	29,33	29,41	0,26
4	35	34,38	34,78	34,12	34,42	0,38
5	40	39,33	39,44	39,54	39,43	0,57
6	45	44,04	44,5	44,68	44,7	0,5
7	50	49,66	49,71	49,67	49,68	0,32
8	55	54,0	54,78	54,7	54,78	0,21
9	60	59,0	59,47	59,12	59,14	0,46
10	65	64,78	64,63	64,83	64,73	0,27
11	70	69,80	69,44	69,63	69,62	0,38
12	75	74,75	74,82	74,66	74,65	0,57
13	80	79,69	79,31	79,33	79,44	0,56
14	85	84,97	84,37	84,21	84,48	0,52
15	90	89,77	89,83	89,54	89,72	0,28
Rata-rata error (%)					0,42	

Tabel 1. Hasil Pengujian DS1820

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DS1820 memiliki kemampuan baik dalam melakukan pembacaan perubahan suhu dengan nilai rata-rata *error* 0,42.

B. Pengujian Motor Servo

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan pulsa PWM terhadap sudut putaran dan *duty cycle* pada motor DC *servo* yang dapat dilihat dalam Tabel 2. Parameter yang dihasilkan adalah amplitudo, *duty cycle*, dan lebar sinyal. Proses pengujian sinyal kontrol motor DC *servo* sudut 0° ditunjukkan dalam Gambar 6 .

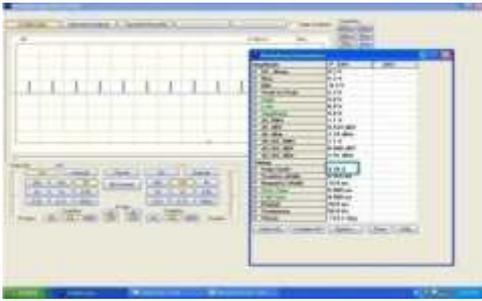
Tabel 2. Hasil Pengujian Motor DC Servo

Derajat	Duty Cycle Output (%)
0	2.68
10	3.23
20	3.78
30	4.23
40	4.78
50	5.33
60	5.78
70	6.33
80	6.78
90	7.33
100	7.9
110	8.33
120	8.9
130	9.45
140	9.88
150	10.5
160	10.9
170	11.4
180	12



Gambar 6. Sinyal Kontrol dan Parameter Motor Servo Sudut 0°

Proses pengujian sinyal kontrol motor DC *servo* sudut 40° ditunjukkan dalam Gambar 7 .



Gambar 7. Sinyal Kontrol dan Parameter Motor Servo Sudut 40^0

Proses pengujian sinyal kontrol motor DC *servo* sudut 90^0 ditunjukkan dalam Gambar 8 .



Gambar 8. Sinyal Kontrol dan Parameter Motor Servo Sudut 90^0

Proses pengujian sinyal kontrol motor DC *servo* sudut 120^0 ditunjukkan dalam Gambar 9



Gambar 9. Sinyal Kontrol dan Parameter Motor Servo Sudut 120^0

Proses pengujian sinyal kontrol motor DC *servo* sudut 180^0 ditunjukkan dalam Gambar 10 .



Gambar 10. Sinyal Kontrol dan Parameter Motor Servo Sudut 180^0

Hasil pengujian motor DC *servo* menunjukkan bahwa semakin besar pulsa, maka sudut putaran DC

servo akan semakin besar karena *duty cycle* juga semakin besar.

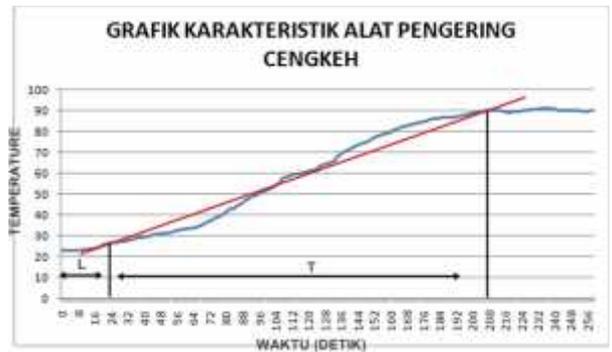
C. Penentuan Parameter Proporsional Integral Defferensial

Penentuan parameter proporsional dengan metode satu *Ziegler-Nichols* dapat dilihat dalam Tabel 3

Tabel 3. Tabel Ziegler-Nichols

Tipe Kontrol	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0,6 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0,3}$	0
PID	$1,2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0,5 L$

Bedasarkan hasil pengujian dalam Tabel 3, didapatkan parameter yang sesuai untuk sistem pengering cengkeh adalah $K_p = 9,2$, $K_i = 0,19$ dan $K_d = 110,4$. Grafik dapat dilihat dalam Gambar 12.



Gambar 12. Karakteristik Alat Pengering Cengkeh

D. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat keras dan perangkat lunak serta mengetahui respon keseluruhan sistem dengan kontroler proporsional. Implementasi nilai parameter proporsional yang telah dihitung yaitu $K_p = 9,2$, $K_i = 0,19$ dan $K_p = 110,4$ ke dalam rangkaian keseluruhan sistem dengan setpoint suhu $77^{\circ}C$. Dari proses implentasi tersebut dihasilkan respon seperti dalam Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Respon Sistem Keseluruhan

Berdasarkan analisis kinerja pengujian sistem secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem

pengendalian suhu pada alat pengering cengkeh dapat berjalan dengan baik menggunakan parameter $K_p=9,2$, $K_i=0,19$, dan $K_d=110,4$. Program yang terdapat pada Arduino uno juga dapat bekerja dengan baik dan sesuai keinginan. Penggunaan kontroler pada sistem pengering cengkeh menghasilkan respon suhu yang lebih baik daripada tanpa menggunakan kontroler.

E. Pengujian Sistem dengan Gangguan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kinerja sistem secara keseluruhan dan mengamati sistem kembali pada keadaan *steady state* ketika mendapatkan *disturbance* berupa perubahan aliran suhu yang turun drastis.



Gambar 14. Sistem yang telah diberi disturbance

Dari grafik hasil pengujian dapat dilihat respon sistem terhadap gangguan berupa perubahan suhu yang dingin. Sistem dapat kembali pada keadaan *steady state* setelah terjadinya *disturbance* dan mengalami proses *recovery time* sebesar 96 detik. Dengan begitu dapat dikatakan sistem kontrol pada perancangan ini telah bekerja dengan baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data respons sistem yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan metode pertama dari teori *Ziegler-Nichols*, maka parameter kontroler PID dapat ditentukan pada *plant* suhu yang mempunyai nilai $K_p=9,2$, $K_i=0,19$, $K_d=110,4$ dan toleransi *error* sebesar 2%-5%. Setelah diimplementasikan secara langsung sistem pengering cengkeh dapat mencapai *set point* 77°C , *settling time* (t_s) = 205 detik, waktu tunda (t_d) = 57 detik, dan *error steady state* sebesar 0,0062%.
2. Hasil pengujian dengan menggunakan gangguan terhadap kontroler PID menggunakan Arduino uno menunjukkan bahwa respon sistem dapat kembali pada keadaan *steady state* dan mengalami proses *recovery time* sebesar 96 detik.

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih terdapat kelemahan. Pengembangan untuk memperbaiki kinerja alat lanjut disarankan untuk pengambilan data sebaiknya berada ditempat dengan suhu yang stabil atau ruangan ber-AC dengan suhu yang terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amstrom, K. J., & Hagglund, Tore. 1995 *PID Controllers: Theory, Design and Tuning*. Instrument Society of America: Research Triangle Park.
2. Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Jakarta: Erlangga.
3. Parallax, Inc. *Standard Servo*.
4. Camelia, Risa Pradita. 2012. *Aplikasi Kontrol Logika Fuzzy untuk Pengaturan Posisi Sudut Putar Motor DC pada Model system Rotary Parking*. Malang: Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
5. Wiradhana, Raditya. 2013 *Sistem Pengendalian Suhu Dan Valve Gas Pada Media Pembelajaran Tungku Bakar Keramik Menggunakan Kontroler Pid*. Malang: Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
6. Anonim, 2000. *LM35 Product Folder*. Santa Clara, California: National Semiconductor. <http://www.national.com/pf/LM/LM35.html#Datasheet>
7. Darmono dan Samsuri Tirtosastro. 1997. *pengolahan cengkeh dikebun branggah banaran*. Malang: Lembaga Penelitian Taman Industri.
8. Setymidjaja, Djoehana. 1987. *Cengkeh*. Jakarta: C.V Yosaguna.
9. Hadiwijaya, Toyib. 1979. *Cengkeh Data Dan Petunjuk Ke Arah Swasembada*. Jakarta: PT Gunung Agung.
10. Apianingsih, Atik. 2002. *Pembuatan model mesin pengering cengkeh*. Malang: Teknik Elektro Universitas Brawijaya.