

Temperature control of hot air flow rate in the main tube of spray dryer using fuzzy control method

Firman Ridwan^{1,*}, Abdur Rohim¹, Alexie Herryandie Bronto Adi²

¹Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

²Jurusan Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*Corresponding author: firmanridwan11@gmail.com

Abstract. The quality of the catechin powder is determined by the amount of liquid catechin inlet dried with the optimal spraying temperature. The purpose of this study is to create a control system that can control the temperature of the spray liquid which enters the spray dryer. The temperature control system is designed using the Arduino controller with the fuzzy control method. In order to maintain the chemical content of the catechin to remain at an optimal temperature of 75°C, the membership function of temperature is divided into three parts, and defuzzification is also divided into three parts. Tests carried out 10 times for 10 minutes each test to monitor the change of temperature to flow rate of liquid fluid flowing into the spray dryer. From all the experiments carried out, it can be concluded that the proposed temperature control system works properly in responding to the change of temperature towards the flow rate of liquid entering the spray dryer chamber at 79°C - 81°C and air temperature in the tube was maintained at 75°C during the process.

Abstrak. Pengontrolan temperatur pada spray dryer sangat menentukan kualitas dalam pemrosesan katekin cair menjadi serbuk. Tujuan penelitian ini yaitu untuk membuat sistem kontrol yang dapat mengontrol temperatur dengan mengatur laju aliran fluida cair yang masuk ke dalam spray dryer. Prediksi penyebaran temperature dalam tabung dilakukan dengan menggunakan simulasi Computation Fluid Dynamics (CFD). Sistem kontrol temperature dirancang menggunakan kontroler Arduino UNO dengan metoda control fuzzy. Agar dapat menjaga kandungan kimia katekin tetap pada temperatur optimal yaitu sebesar 75°C, maka fungsi keanggotaan dibagi menjadi tiga dan defuzzyfikasi juga di bagi menjadi 3 bagian. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali selama 10 menit tiap pengujian dengan memonitoring parameter yaitu temperatur dan laju aliran fluida cair yang mengalir ke dalam alat spray dryer dengan kondisi kerja yang sama untuk memastikan sistem kontrol menggunakan logika fuzzy bekerja pada alat. Dari seluruh percobaan yang dilakukan didapatkan bahwa sistem kontrol bekerja dengan baik dalam mengoptimalkan temperatur terhadap laju aliran fluida cair yang masuk ke spray dryer. Hal ini ditunjukkan dengan respon dari sistem kontrol dalam menurunkan dan menjaga temperatur dengan cara mengatur sudut putaran motor servo yang pada awalnya temperatur berada pada temperatur maksimal 79°C - 81°C akan terjaga pada temperatur rata-rata 75°C sampai proses pengeringan selesai.

Kata kunci: Spray dryer, Katekin, Logika Fuzzy, Temperatur, Laju Aliran Udara Panas

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara terbesar penghasil gambir dunia. Namun pengolahan gambir di Indonesia masih tertinggal dan lebih di dominasi oleh negara lain seperti India dan Singapura [1]. Alasan dari hal tersebut adalah minimnya kemampuan dalam mengekstraksi gambir tersebut. Penelitian dibidang pembuatan katekin (ekstrak gambir) ini sangat kurang dan tidak berkembang.

Katekin merupakan senyawa polifenol yang merupakan bagian dari kelompok flavonoid yang mempunyai sifat antioksidan dan antibakteri.

Penggunaan katekin dalam bidang kesehatan merupakan sesuatu hal yang sangat umum digunakan. Katekin ini sering dimanfaatkan karena khasiatnya yang bersifat umum.

Salah satu solusi dari kurang berkembangnya pengiolahan gambir menjadi katekin yaitu menggunakan alat spray dryer yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengekstraksi gambir tersebut. Alat ini biasa digunakan untuk pengolahan cairan atau larutan menjadi bahan berbentuk bubuk/serbuk. Namun untuk mengoperasikan spray dryer sangat susah dilakukan karena sebagian dari alat ini menggunakan kontrol manual sehingga hanya orang-orang khusus yang telah memiliki keahlian

saja yang dapat mengoperasikannya. Untuk menjawab persoalan yang telah dijelaskan di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk membuat salah satu sistem kontrol temperatur pada spray dryer sehingga dapat memproses gambir menjadi serbuk katekin sesuai dengan syarat-syarat tertentu untuk mengekstraksi katekin tersebut dan membuat alat tersebut dapat dikontrol secara mudah agar didapatkan hasil yang lebih optimal.

Gambir

Gambir merupakan jenis getah kering yang berasal dari ekstrak daun dan ranting tumbuhan gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) [2].

Katekin

Kandungan katekin dalam gambir merupakan karakteristik utama yang menentukan mutu suatu gambir. Fungsi katekin pada gambir sebagai antioksidan dan antibakteri yang sering digunakan untuk berbagai jenis pengobatan maupun pencegahan terhadap beberapa penyakit [3]. Katekin murni memiliki ciri-ciri rasa manis, berbentuk kristal, berwarna putih sampai kekuningan.

Spray Dryer

Spray dryer adalah unit peralatan untuk memproduksi tepung atau serbuk dari bahan cair dengan menyemprotkannya kedalam ruangan yang telah dialiri udara panas [4]. Pada spray dryer, bahan yang akan dikeringkan (berupa bahan dengan bentuk dapat mengalir, suspensi, atau pasta) disemprotkan dengan alat hambur khusus ke dalam suatu menara berbentuk silinder dan dikontakkan dengan aliran udara panas sehingga cairan akan menguap dan partikel yang dikeringkan akan jatuh ke bawah dalam bentuk butiran padat. Dengan menggunakan spray dryer, tidak perlu dilakukan lagi pengecilan ukuran produk.

Atomizer yang digunakan dapat berupa *disc atomizer* dan *nozel atomizer*. *Disc atomizer* dapat berputar dengan kecepatan tinggi dan dapat menghamburkan bahan dalam bentuk kabut dengan memanfaatkan tekanan cairan dan dengan bantuan udara tekan.

Waktu tinggal di dalam menara pengering cukup singkat karena bahan yang dikeringkan terdistribusi halus sehingga luas permukaan kontak antara udara panas dan bahan sangat besar. Udara panas dapat dialirkan searah atau berlawanan arah dengan aliran bahan. Pada spray dryer aliran searah, produk kering dipisahkan dari udara yang sudah lembab di bagian bawah menara (pemisahan kasar), sedangkan

pemisahan halus dilakukan dalam alat pemisah debu berupa siklon atau filter debu yang dihubungkan dengan pengering.

Logika Fuzzy

Logika Fuzzy pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Teori ini banyak diterapkan di berbagai bidang, antara lain representasi pikiran manusia kedalam suatu sistem [5]. Alasan penggunaan logika fuzzy karena konsep logika fuzzy ini mirip dengan konsep berpikir manusia. Sistem fuzzy dapat menampilkan pengetahuan manusia ke dalam bentuk matematis. Pengontrol fuzzy mempunyai kelebihan yaitu dapat mengontrol sistem yang kompleks, non-linier, atau sistem yang sulit direpresentasikan kedalam bentuk matematis [6]. Selain itu, informasi berupa pengetahuan dan pengalaman mempunyai peranan penting dalam mengenali perilaku sistem di dunia nyata.

Logika fuzzy ini harus mempunyai himpunan fuzzy yang adalah perluasan dari teori himpunan klasik. Dimana dengan logika fuzzy, output tidak akan selalu konstan dengan input yang ada. Cara kerja logika fuzzy terdiri dari input, proses dan output. Logika fuzzy merupakan teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran dan kesalahan. Dengan logika fuzzy nilai yang dihasilkan bukan hanya ya atau tidak saja tetapi seluruh kemungkinan diantara ya dan tidak.

METODOLOGY

Rancangan Alat

Alat pengontrolan temperatur ini menggunakan sensor temperatur untuk mengidentifikasi nilai temperatur pada ruang pengering utama. Temperatur akan dibaca sejak dari range rendah sampai tinggi sesuai prinsip logika fuzzy yaitu sejak dari 0 – 1 (termasuk bilangan diantaranya). Apabila nilai temperatur dideteksi melebihi tempertur normal, maka servo akan diperintah untuk membesarkan sudut putaran dimmer yang akan mempercepat laju aliran fluida masuk dan begitu juga sebaliknya sehingga temperatur udara masuk tidak terlalu panas ataupun terlalu dingin.

Perangkat Uji

Alat spray dryer yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis aliran searah. Secara garis besar, spray dryer ini terdiri dari tiga bagian utama yaitu pertama ruangan pengering

utama yang didalamnya memiliki alat penyemprot bernama *rotary atomizer* dan dialiri udara panas dari luar dengan sumber dari tungku pemanasan. Kedua adalah ruang *cyclone* yang berfungsi sebagai tempat pemisahan uap air dengan serbuk yang dihasilkan dari pengeringan didalam ruangan pengering. Ketiga adalah bag *filter* yang berfungsi untuk mengeluarkan uap air hasil pengeringan dan menyaring sisa debu atau bubuk yang ikut terbawa dengan uap air tersebut.

Prosedur Pengujian dan Monitoring Data

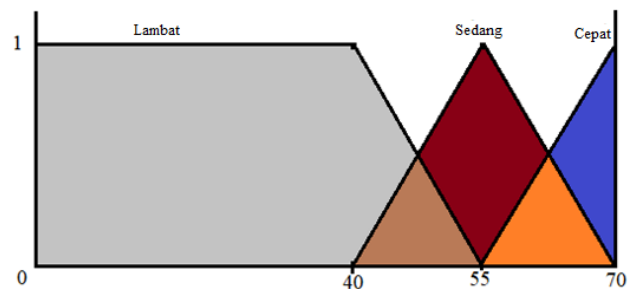
Pada prosedur ini, dilakukan monitoring terhadap perubahan temperatur yang nantinya akan didapatkan kesimpulan mengenai berhasil atau tidaknya sistem kontrol fuzzy mengoptimalkan pengaruh temperatur terhadap laju aliran fluida cair yang masuk selama proses pengeringan berlangsung. Untuk memonitoring temperatur dan sudut servo, dapat kita lihat secara langsung pada serial monitor yang ada didalam software Arduino IDE.

```
(suhu <= 60){hangat =0;}
(suhu >=60 dan suhu <=75){hangat=(suhu-60)/15;}
(suhu >=75 dan suhu <=90){hangat=(90-suhu)/15;}
(suhu >= 60){hangat =0;}
```

c. Panas

```
(suhu >=90 ){panas =1;}
(suhu >=75 dan suhu <=90){panas=(suhu-75)/15;}
(suhu <=85 ){panas =0;}
```

Himpunan keanggotaan output fuzzy juga dibagi tiga bagian yaitu Lambat, Sedang dan Cepat seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Himpunan Sudut Putaran Motor Servo

a. Lambat

```
(pwm <= 40){Lambat =1;}
(pwm >=40 dan pwm <=55){Lambat =(55-pwm)/15;}
(pwm >= 55){Lambat =0;}
```

b. Sedang

```
(pwm <= 40){Sedang =0;}
(pwm >=40 dan pwm <=55){Sedang=(pwm-40)/15;}
(pwm >=55 dan pwm <=70){Sedang=(55-pwm)/15;}
(pwm >= 70){Sedang =0;}
```

c. Cepat

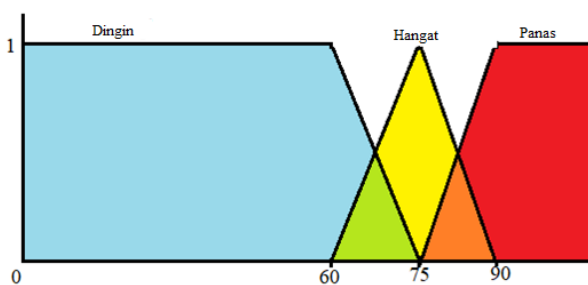
```
(pwm >= 70){Cepat =1;}
(pwm >=55 dan pwm <=70){Cepat=(Cepat-55)/15;}
(pwm <=55){Cepat =0;}
```

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Logika Fuzzy

Himpunan Fuzzy dan Fuzzifikasi

Himpunan keanggotaan input fuzzy dibagi tiga bagian yaitu Dingin, Hangat dan Panas seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Himpunan keanggotaan temperatur

a. Dingin

```
(suhu <= 60){dingin =1;}
(suhu >=60 dan suhu <=75){dingin=(75-suhu)/15;}
(suhu >= 75){dingin =0;}
```

b. Hangat

Rule

1. Jika suhu dingin maka motor lambat

$$\text{rule1} = 55 - (\text{dingin} * 15);$$

2. Jika suhu hangat maka motor sedang

$$\text{rule2a} = 40 + (\text{hangat} * 15);$$

$$\text{rule2b} = 70 - (\text{hangat} * 15);$$

3. Jika suhu panas maka motor cepat

$$\text{rule3} = 55 + (\text{panas} * 15);$$

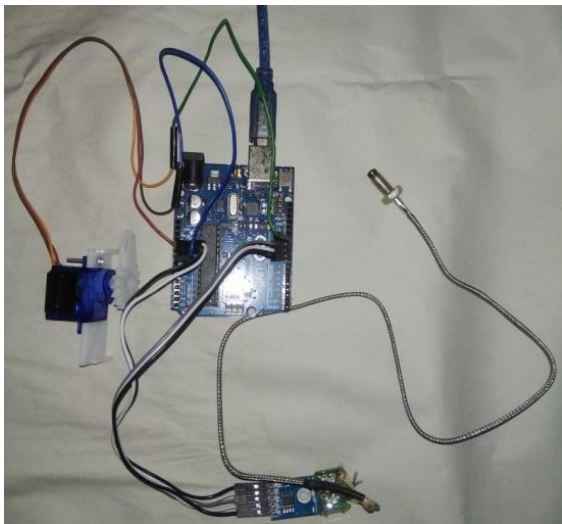
Defuzzifikasi

Untuk mengetahui keputusan akhir, kita perlu membuat aturan yang nantinya akan diputuskan dengan menggunakan *Center Of Area* (COA) diskrit dengan rumus berikut :

$$\frac{\sum_{j=i}^n U_c(Z_j)Z_j}{\sum_{j=i}^n U_c(Z_j)}$$

Rangkaian Sistem Kontrol

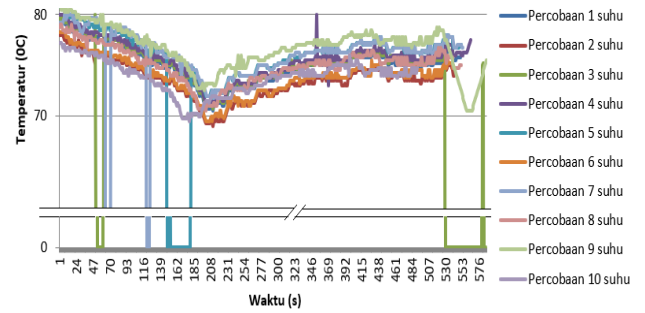
Sistem kontrol disusun atas beberapa bagian perangkat keras dan perangkat lunak seperti termokopel, arduino, motor servo, code program yang dibuat menggunakan software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Hasil dari rangkaian perangkat keras terlihat seperti pada Gambar 3.



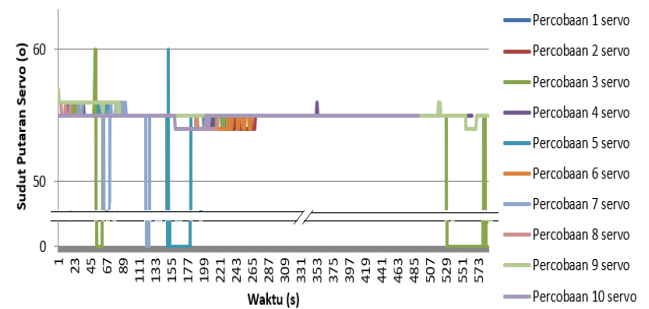
Gambar 3. Skematik wiring sensor, actuator dan kontroler

Hasil Monitoring Pengontrolan

Monitoring Temperatur



Gambar 4. Grafik system control dalam menjaga temperature ruang utama spray dryer



Gambar 5. Monitoring Sudut Putaran Servo

Analisis dan Pembahasan

Hasil monitoring pengontrolan temperatur dan laju aliran fluida cair menunjukkan bahwa sistem kontrol yang menggunakan logika fuzzy berhasil dalam mengoptimalkan pengaruh temperatur terhadap laju aliran fluida cair yang masuk ke dalam alat. Percobaan dilakukan selama lebih kurang 600 detik dengan temperatur maksimal udara sebesar 80°C. Sistem kontrol dirancang agar dapat membuat laju aliran fluida cair seimbang dengan temperatur pengeringan yang masuk ke dalam alat.

Sistem kontrol berhasil dalam mengoptimalkan temperatur kerja dari alat. Temperatur berhasil dijaga pada temperatur sekitar 75°C. Sebagaimana yang tertera pada hasil grafik temperature seperti terlihat pada Gambar 4, temperatur awal saat dimulainya proses pengeringan pada detik 0 yaitu sekitar lebih kurang 80°C yang dianggap terlalu tinggi untuk proses pengeringan katekin. Oleh karena itu sistem kontrol menaikkan sudut putaran servo dan mengakibatkan dimmer juga ikut berputar sehingga aliran fluida cair masuk semakin cepat (terlihat pada Gambar 5). Akibat dari naiknya kecepatan aliran fluida cair yang masuk, temperatur di dalam alat akan menurun seperti yang terlihat pada grafik temperatur pada detik 0 sampai ke detik 190-an. Penurunan temperatur

terus terjadi sampai temperatur dinilai terlalu rendah seperti yang terlihat pada grafik detik 190-an sampai detik 210-an yang membuat kecepatan aliran fluida cair diperlambat oleh sistem control (terlihat pada Gambar 4). Proses naik dan turunnya temperatur akan terus terjadi sampai didapatkan komposisi temperatur dan kecepatan aliran fluida cair yang seimbang. Kondisi temperatur yang seimbang ini dapat terlihat pada seluruh grafik temperatur yaitu sekitar detik 300-an sampai selesai.

Apabila diamati antara kedua grafik di atas, nilai temperatur berbanding lurus dengan besarnya sudut putaran servo. Apabila temperatur tinggi maka sudut putaran servo juga akan tinggi, begitu sebaliknya. Tetapi perbedaan antara kedua grafik di atas adalah grafik sudut putaran servo terlihat tidak detail. Grafik sudut putaran servo hanya terisi oleh garis lurus dan tidak detail seperti grafik temperatur. Hal ini dapat dilihat apabila kita bandingkan antara grafik temperatur dan grafik sudut servo, seperti pada detik ke 0 sampai detik ke 190 dimana temperatur terus menurun tetapi sudut servo tetap stabil di angka yang sama tetapi kemudian turun drastis ke bilangan dibawahnya (terlihat pada Gambar 5). Kejadian ini disebabkan karena motor servo hanya bisa membaca bilangan bulat saja. Jadi, walaupun hasil perhitungan logika fuzzy menghasilkan bilangan sudut berkoma, motor servo akan membulatkan bilangan tersebut menjadi bilangan bulat terdekat. Oleh karena itu hasil monitoring besar sudut putaran servo terlihat hanya berada pada titik bilangan bulat saja yang membuat grafik membentuk garis lurus dan patahan patahan kotak seperti di atas.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Sistem kontrol dapat mempertahankan temperatur pada temperatur $\pm 75^{\circ}\text{C}$ (temperatur optimal pengeringan katekin)
2. Apabila temperatur melebihi temperatur optimal maka temperatur akan diturunkan dengan cara mempercepat aliran fluida cair yang masuk dan begitu juga sebaliknya.
3. Sistem kontrol dapat dikatakan berhasil, karena pada semua hasil percobaan menunjukkan grafik temperatur memiliki bentuk penurunan dan kenaikan yang relatif sama.

Referensi

- [1] Yuriska, N. (2015) 'Kepentingan Indonesia Tidak Meratifikasi Convention on Tobacco Control (Fctc)', Jom Fisip Volume 2 No. 2, pp. 1-12.
- [2] Sabarni (2015) 'Teknik pembuatan gambir (Uncaria gambir Roxb) Secara Tradisional', Journal of Islamic Science and Technology.
- [3] Damanik, D. D. P., et al (2014) 'Ekstrak katekin dari daun gambir (Uncaria gambir roxb) dengan metode maserasi', Jurnal Teknik Kimia USU.
- [4] Oakley, D. E. (2004) 'Spray dryer modeling in theory and practice', Drying Technology. doi: 10.1081/DRT-120038734.
- [5] Munir, R. (2007) 'Pengantar Logika Fuzzy', Teknik Informatika - STEI ITB.
- [6] Sri Kusumadewi and Purnomo, H. (2006) 'Aplikasi logika fuzzy', Seminar Nasional Teknologi dan komunikasi.