



Determining PID Parameters For Temperature Control System in Cavendish Banana Storage Room

Menentukan Parameter PID Untuk Sistem Kendali Suhu Pada Ruang Penyimpanan Pisang Cavendish

Rahman arifuddin^{1*}, Subairi², Aries Boedi Setiawan³, Muhammad Ali Ridlo⁴, Alsaro Natanael Ziliwu⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Indonesia

¹rahman.arifuddin@unmer.ac.id

²Subairi@unmer.ac.id

³aries@unmer.ac.id

⁴maliridlo12345@gmail.com

⁵alsaronatanael21@gmail.com

Abstract _Banana is one of the most popular fruits in Indonesia, and its freshness will be the top priority for consumers in choosing it. After packaging, special treatment needs to be done in the banana storage room. One of them is to keep the temperature of the storage room stable. The temperature of the room between 5°C to 10°C is the ideal temperature for storing bananas, the Control system offered is PID with the Ziegler-Nichols method to get the values of Kp, Ki and Kd. Determination of Kp, Ki and Kd values is very important to get good system stability and a small error. The tuning rule of Ziegler-Nichols 1 method can be applied to obtain the values of Kp, Ki and Kd. With several steps taken, the values of L = 90s and T = 206s are obtained and referring to the Ziegler-Nichols 1 table, the values of Kp = 2.7, Ki = 0.015 and Kd = 121.5 are determined.

Keywords: Banana; Control system; PID; Parameters; Temperature; Ziegler-Nichols.

Abstrak _ Buah pisang yang merupakan salahsatu buah yang banyak digemari di Indonesia, dimana kesegaran buah pisang akan menjadi priotitas utama konsumen dalam memilihnya. Pasca pengemasan, perlakuan khusus perlu dilakukan pada ruang penyimpanan buah pisang. Salahsatunya dengan menjaga suhu ruang penyimpanan tetap stabil. Suhu ruangan antara 5°C sampai 10°C merupakan suhu ideal untuk menyimpan buah pisang, sistem kendali yang ditawarkan adalah PID dengan metode 1 Ziegler-Nichols untuk mendapatkan nilai Kp,Ki dan Kd . Menentukan nilai Kp, Ki dan Kd sangatlah penting untuk mendapatkan kestabilan sistem yang baik dan error yang kecil. Aturan tuning metode 1 Ziegler-Nichols dapat diterapkan untuk mendapatkan nilai Kp, Ki dan Kd. Dengan beberapa langkah yang dilakukan didapatkan nilai L=90s dan T=206s dan mengacu pada tabel Ziegler-Nichols 1 didapatkan nilai Kp=2,7 , Ki=0,015 dan Kd=121,5.

Kata Kunci: Pisang, Sistem Kendali, PID, Parameter, Suhu, Ziegler-Nichols

I. INTRODUCTION

Pisang merupakan produk unggulan di Indonesia yang sering dikonsumsi harian. Kesegaran dari sebuah pisang menjadi salah satu pilihan utama untuk dikonsumsi oleh konsumen, dimana pisang dengan kondisi segar (*fresh*) dapat dijumpai mulai dari pasar tradisional, swalayan, maupun supermarket. Di Indonesia sendiri terdapat berbagai macam jenis pisang yang biasa dijual dan dikonsumsi, seperti pisang mas, pisang susu, pisang raja, pisang kapok dan pisang *cavendish*[1].

Pisang Cavendish merupakan jenis pisang dimana saat dijual dalam keadaan segar tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Perlakuan pada pisang setelah proses panen hingga pisang tersebut sampai ke pada konsumen memerlukan beberapa perlakuan khusus dan baik. Mulai dari penyimpanan pascapanen, pengemasan dan pengangkutan yang baik. Pisang dapat mengalami perubahan warna, tekstur dan penguapan secara tiba-tiba pada tingkat produksi CO₂-nya. Beberapa perlakuan saat pengemasan dan penyimpanan dapat meningkatkan masa umur simpan pada sebuah pisang segar[2].

Pengemasan sendiri bertujuan untuk memberikan kemudahan saat proses distribusi, melindungi terhadap kerusakan dan debu. Pasca pengemasan perlakuan untuk menjaga suhu agar tetap stabil. Dimana pasca pengemasan pisang perlu disimpan pada ruang penyimpanan sebelum didistribusikan. Batas toleransi pada buah pisang terhadap suhu rendah, dimana pisang yang disimpan dibawah suhu 10°C dapat mengalami *chilling injury* dan jika suhu berada di atas 15°C akan mengakibatkan proses pematangan yang cepat[3].

Kontrol PID yang merupakan kontroler dengan mekanisme umpan balik yang biasa digunakan dalam sistem kontrol industri. Diharapkan dengan kontrol PID dapat dihitung nilai error sebagai pembeda antara setpoint yang diinginkan dengan variabel bebas yang terukur. Sehingga kontroler digunakan untuk meminimalisir atau mengurangi nilai kesalahan[4][5][6][7].

Ruang penyimpanan pasca pengemasan untuk menjaga agar suhu dapat stabil untuk menjaga kesegaran pisang dapat dilakukan dengan menggunakan sistem PID, sehingga nilai suhu dapat di ukur dan dikendalikan sesuai ketentuan penyimpanan pisang yaitu di antara 10°C – 15°C.

II. METHODS

Metode penelitian yang dilakukan adalah untuk mendapatkan informasi dengan tujuan tertentu untuk menyelesaikan masalah. Beberapa poin yang dilakukan adalah dengan merancang diagram blok

sistem, merancang kontroler PID dan *flowchart* sistem.

1. Blok Diagram Sistem

Perancangan blok diagram sistem dilakukan untuk memberikan informasi tentang kerja sebuah sistem. Perancangan diagram blok sistem pada *prototype* kontrol suhu pada ruang penyimpanan pasca pengemasan untuk buah pisang seperti pada gambar 1.

[Figure 1 about here.]

Berdasarkan gambar 1, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a) *Setpoint* : nilai *input* sistem yang diinginkan oleh *output* sistem.
- b) *Output* sistem : output dari suhu ruangan
- c) Kontroler PID : kontroler yang menghasilkan sinyal kontrol untuk *suhu ruangan*
- d) *Suhu ruangan* : suhu ruangan penyimpanan
- e) Gangguan : faktor suhu luar ruangan.
- f) Sensor suhu : menggunakan DS18B20

2. Kontroler PID

Perancangan kontroler PID untuk memberikan informasi tentang parameter controller yang pas untuk sistem kontrol suhu pada ruang penyimpanan pasca pengemasan pisang. Perancangan kontrol PID yang digunakan adalah metode 1 Ziegler-Nichols, yaitu dengan langkah awal tuning parameter dengan menarik garis tangen pada titik inflexion karakteristik grafik suhu ruangan. Selanjutnya dengan mencari perpotongan garis tangen dengan garis nilai akhir, sehingga nilai T dan L dapat diperoleh. Dari nilai T dan L inilah akan dipergunakan untuk penentuan nilai K_p, T_i dan T_d yang tepat. Tabel aturan tuning metode 1 Ziegler-Nichols[8][9] seperti pada Tabel 1 berikut :

[Table 1 about here.]

3. Flowchart sistem

Flowchart sistem digunakan untuk memberikan informasi tentang cara kerja keseluruhan sistem dalam kontrol suhu ruang penyimpanan pasca pengemasan pisang untuk memperoleh tingkat kestabilan yang tinggi dan nilai kesalahan yang rendah (kecil).

[Figure 2 about here.]

Gambar 2 merupakan flowchart system keseluruhan untuk mengetahui cara kerja sistem dengan menginputkan nilai pada set suhu yang diinginkan dengan kontrol K_p, K_i, K_d. Dimana sistem akan terus running hingga mencapai nilai set suhu dan

untuk menstabilkan nilai suhu pada nilai set suhu yang telah ditentukan[10][11].

III. RESULTS AND DISCUSSION

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada prototype sistem kontrol suhu setelah dirancang dan direalisasikan. Beberapa pengujian telah dilakukan pada sensor suhu yang digunakan yaitu DS18B20, pengujian suhu ruangan dan proses kontrol sistem secara keseluruhan dengan penggunaan parameter sehingga dapat diperoleh sistem kontrol yang baik.

1. Pengujian sensor suhu DS18B20

Proses pengujian pada sensor suhu DS18B20 untuk mengetahui tingkat linieritas antara suhu dengan termometer[12].

[Table 2 about here.]

Berdasarkan pada hasil pengujian tabel 2 dapat ditunjukkan bahwa tingkat error pembacaan suhu termometer dengan pembacaan suhu sensor DS18B20 pada serial monitor adalah 0,35°C.

[Figure 3 about here.]

Berdasarkan gambar 3 dapat ditunjukkan bahwa selisih yang didapatkan dari hasil pengukuran antara pembacaan termometer dan sensor suhu cenderung membentuk sebuah garis yang linear, yaitu dengan margin error 0,35°C. [13].

2. Pengujian suhu ruangan

Pengujian suhu ruangan dilakukan untuk memberikan informasi tentang kerja dari sistem yang telah dibuat, dimana perlakuan yang dilaksanakan adalah dengan menjadikan sistem tersebut berupa sistem open loop dengan memanfaatkan nilai PWM senilai 255 atau berupa tegangan pada arduino senilai 5V terhadap suhu ruangan.

[Figure 4 about here.]

Berdasarkan pada gambar 4, diperoleh suatu nilai fungsi alih sebagai berikut :

$$td = 0,5 \times (\text{suhu tertinggi} - \text{suhu awal}) + \text{suhu awal}$$

$$td = 0,5 \times (10 - 5) + 5$$

$$td = 7,5^\circ C$$

$$td = 210s$$

$$T = \frac{2}{3} \times (\text{suhu tertinggi} - \text{suhu awal}) + \text{suhu awal}$$

$$T = \frac{2}{3} \times (10 - 5) + 5$$

$$T = 8,3^\circ C$$

$$T = 280s$$

$$K = \frac{10^\circ C}{5V} = 5^\circ C/V$$

Sehingga dapat dituliskan dalam bentuk fungsi alih berikut :

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K}{Ts + 1} = \frac{K}{280s + 1} = \frac{5}{280s + 1}$$

Perancangan dengan mempergunakan metode 1 Ziegler-Nichols karena didasarkan pada hasil gambar grafik respon suhu yang didapat pada karakteristik suhu ruangan membentuk suatu kurva s. Penentuan proses tuning parameter dengan cara penarikan garis tangent pada titik inflexion karakteristik grafik pada suhu ruangan, kemudian dilanjutkan dengan mencari titik potong garis tangent pada garis dinilai akhir, kemudian didapatkan nilai pada T dan nilai pada L. Dari nilai T dan L ini yang akan dipergunakan untuk penentuan nilai Kp, Ki dan Kd yang sesuai.

Berdasarkan aturan persamaan pada tabel 1, didapat hasil nilai T dan L berikut :

$$T = 206$$

$$L = 90$$

Dan dapat dihitung nilai Kp, Ki, Kd berikut :

$$Kp = 1,2 \times \frac{T}{L} = 1,2 \times \frac{206}{90} = 2,7$$

$$Ki = \frac{Kp}{Ti} = \frac{2,7}{2 \times L} = \frac{2,7}{2 \times 90} = 0.015$$

$$Kd = Kp \times Td = 2,7 \times (0,5 \times 90) = 121,5$$

[Figure 5 about here.]

Berdasarkan hasil pada gambar 5, maka dapat diperoleh nilai L=90s dan T=206s, sebagai acuan adalah pada tabel Ziegler-Nichols 1 sehingga didapat nilai Kp=2,7 , Ki=0,015 dan Kd=121,5.

IV. CONCLUSION

Perancangan dengan mempergunakan metode 1 Ziegler-Nichols karena didasarkan pada hasil gambar grafik respon suhu yang didapat pada karakteristik suhu ruangan membentuk suatu kurva s. Penentuan proses tuning parameter dengan cara penarikan garis tangent pada titik inflexion karakteristik grafik pada suhu ruangan, kemudian dilanjutkan dengan mencari titik potong garis tangent pada garis dinilai akhir, kemudian didapatkan nilai pada T dan nilai pada L. Dari nilai T dan L ini yang akan dipergunakan untuk penentuan nilai Kp, Ki dan Kd yang sesuai, maka dapat diperoleh nilai L=90s dan T=206s, sebagai acuan

adalah pada tabel Ziegler-Nichols 1 sehingga didapat nilai $K_p=2,7$, $K_i=0,015$ dan $K_d=121,5$.

V. ACKNOWLEDGEMENTS

Terimakasih kepada Program studi teknik elektro universitas merdeka malang yang telah mendukung penelitian ini, dan Laboratorium Sistem Kendali, serta LPPM Universitas Merdeka Malang yang atas dukungannya .

REFERENCES

- [1] K. F. Alamanda, "Pengaruh Tingkat Kematangan Buah, Pelapisan Buah, Dan Suhu Simpan Terhadap Mutu Dan Masa Simpan Buah Pisang Cavendish." Universitas Lampung, 2023.
- [2] I. M. Arti and M. E. E. Miska, "Perubahan mutu fisik pisang cavendish selama penyimpanan dingin pada kemasan plastik perforasi dan non-forasi," *UG J.*, vol. 14, no. 11, 2021.
- [3] S. Anam and M. A. Royyan, "Perancangan ruang penyimpanan dingin sebagai media pematangan pisang cavendish dengan kapasitas 3, 5 ton," *Ismetek*, vol. 14, no. 1, 2022.
- [4] M. Andrian, A. Kurniawan, and I. Saukani, "Sistem Kendali Suhu Menggunakan Metode PID dalam Proses Deasetilasi Kitin," *TEKTONIK J. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 131–137, 2024.
- [5] R. H. Yunanto, D. Desriyanti, and R. I. Vidyastari, "Analysis Of Response Speed Settings Flame Sensor Fire Fighting Robots Using Pid," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 5, no. 2, pp. 175–185, 2021.
- [6] I. Irianto, S. Suhariningsih, and V. R. Dewanti, "Rancang Bangun Alat Pengereng Pelepah Pisang (Menggunakan Metode Controller Chien Regulator I dan Chien Servo I Sebagai Tuning Kontrol PI)," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [7] M. Ali, A. Raikhani, B. Budiman, and H. Sopian, "Algoritma Persaingan Imperialis Sebagai Optimasi Kontroler PID dan ANFIS Pada Mesin Sinkron Magnet Permanen," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 3, no. 1, pp. 57–81, 2019.
- [8] H. Lajuardhie, A. S. Satyawan, A. Faroqi, and F. A. Rasyid, "A Steering Stability Control for A Three-Wheeled Autonomus Electric Vehicle," in *2022 8th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, 2022, pp. 1–5.
- [9] C. Wiharya, H. Sungkowo, A. S. Suryandari, and B. I. Kurniawan, "Design and optimization of digitalization device of temperature control system using PID Ziegler-Nichols control in chemical engineering laboratory," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021, vol. 1073, no. 1, p. 12051.
- [10] Z. B. Janin, "Derivative Proportional Integral Controller For Glycerin Heating Process," 2021.
- [11] E. M. Sartika and K. V. Zefanya, "Sistem Pengendalian Proses Penyangraian Biji Kakao," 2023.
- [12] R. Arifuddin and Y. Sinatra, "Identifikasi Sensor Suhu pada Setup Awal Untuk Pengukuran Suhu Bawah Permukaan," *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.)*, vol. 3, no. 2, pp. 209–212, 2018.
- [13] R. Arifuddin, D. R. Santoso, and O. Setyawati, "Pengembangan Sistem Akuisisi Data Nirkabel untuk Pengukuran Distribusi Suhu Bawah Permukaan," *J. EECCIS*, vol. 9, no. 2, pp. 123–129, 2016.

© 2024 Muhammadiyah University Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Received: 2024-03-10

Accepted: 2024-04-11

Published: 2024-04-30

DAFTAR TABEL

Table 1. Aturan Tuning Metode 1 Ziegler-Nichols.	20
Table 2. Kalibrasi Sensor suhu dan Termometer	20

Table 1. Aturan Tuning Metode 1 Ziegler-Nichols.

Tipe kontroler	Kp	Ti	Td
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.9 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T}{L}$	2L	0.5L

Table 2. Kalibrasi Sensor suhu dan Termometer

Suhu Termometer (°C)	Sensor DS18B20	Error
5	4,6	0,4
10	9,8	0,2
15	14	1
25	24,5	0,5
35	34,95	0,05
50	49,78	0,22
65	64,94	0,08
Error rata-rata		0,35

DAFTAR GAMBAR

Figure 1. Blok Diagram Sistem.....	22
Figure 2. Flowchart System.....	22
Figure 3. Grafik Kalibrasi Sensor dan Termometer.....	22
Figure 4. Karakteristik Respon Suhu pada Suhu ruangan.....	23
Figure 5. Penentuan Parameter PID.....	23

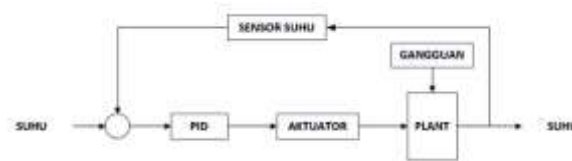


Figure 1. Blok Diagram Sistem

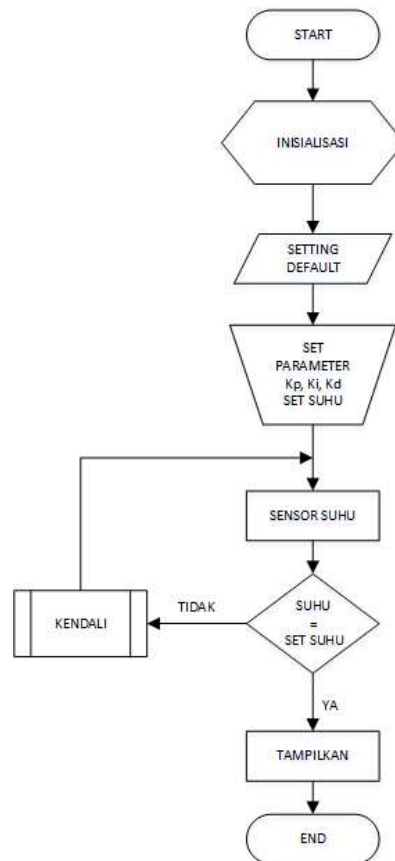


Figure 2. Flowchart System

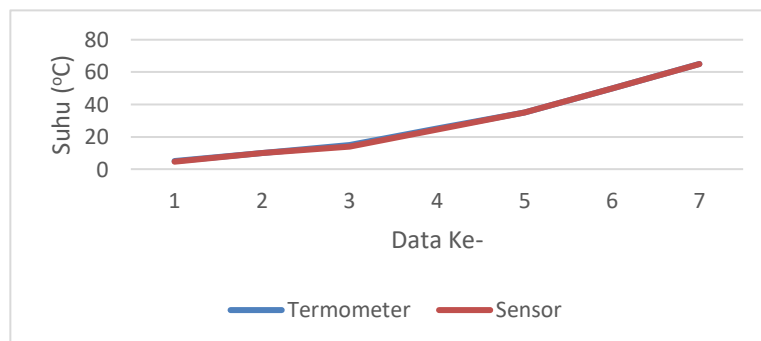


Figure 3. Grafik Kalibrasi Sensor dan Termometer

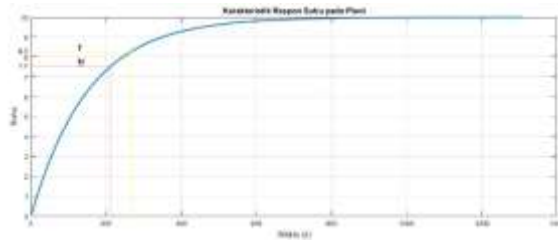


Figure 4. Karakteristik Respon Suhu pada Suhu ruangan

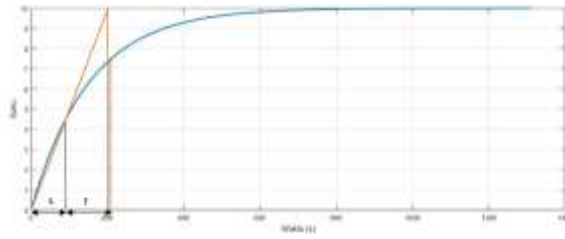


Figure 5. Penentuan Parameter PID