

Implementasi Metode PID untuk Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Mesin Pencacah Bunga Rosella Kering untuk Pengolahan The Rosella

Delila Cahya Permatasari^{a,1}, Nara Agata Abiwindraya^{b,2}, Wahyu Dirgantara^{a,3*}, Nachrowie^{a,4}

^a Universitas Merdeka Malang, Jalan Terusan Dieng No.62-64, Kota Malang, Indonesia

^b Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta N0.09, Kota Malang, Indonesia

¹ delila.permatasari@unmer.ac.id*; ² naraagata96@gmail.com

* Penulis Korespondensi

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Histori Artikel

12-06-2022

14-07-2022

14-08-2022

Kata Kunci

Bunga Rosella

PID

Sensor Kecepatan

Tanaman *Bunga Rosella* di Indonesia digunakan sebagai minuman teh herbal. Proses penyeduhan dilakukan dengan menyeduh 3-4 kelopak bunga rosella kering dengan 200 mL air panas. Proses penyeduhan ini membutuhkan waktu cukup lama 10 sampai 15 menit. Salah satu upaya untuk mempercepat penyeduhan teh herbal rosella yaitu dengan mencacah bunga rosella menjadi kecil dengan menerapkan metode *PID*. Alat ini menggunakan *Atmega32* sebagai kontroler, sensor kecepatan, sensor laser dan *Motor DC* sebagai aktuator. Prinsip kerja alat ini yaitu menstabilkan kecepatan *Motor DC* pada saat proses pencacahan. Kecepatan efektif didapat pada set point 900 RPM, proses pencacahan membutuhkan waktu 07 menit 15 detik kemudian jika *sensor laser* tidak mendeteksi adanya bunga rosella untuk dicacah maka sistem akan mati secara otomatis. Dengan presentase *overshoot* 10.2 %, *settling time* 245 detik, dan error pembacaan *sensor kecepatan terbesar* 2.6 %. Hasil dari pembacaan *sensor kecepatan* pada proses ditampilkan pada LCD 2*16 untuk memudahkan penganalisaan.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Rosella yang selama ini dikenal sebagai bunga, sebenarnya adalah kelopak bunga. Karena bentuknya seperti bunga terlebih jika telah dikeringkan, maka orang menyebutnya bunga rosella. Tanaman rosella mempunyai kelopak bunga yang berwarna merah. Kelopak bunga banyak digunakan sebagai bahan pembuatan minuman dan makanan serta sumber pewarna alami. Kelopak bunga rosella selain mempunyai warna yang menarik juga mempunyai rasa yang sangat asam. Antosianin merupakan pigmen alami yang memberi warna merah pada seduhan kelopak bunga rosella dan berkhasiat sebagai antioksidan [1][2]. Pada umumnya tanaman ini digunakan sebagai teh bunga rosella.

Proses penyeduhan teh rosella ini dengan menyeduh 3 – 4 kelopak bunga rosella yang sudah kering dengan air panas. Waktu proses penyeduhan membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 10 – 15 menit [3][4]. Proses ini dinilai terlalu lama sehingga dibuatlah suatu inovasi

untuk mempercepat proses penyeduhan dengan menggunakan mesin pencacah otomatis dengan menggunakan metode PID yang bertujuan agar kecepatan motor pencacah stabil pada set point yang kita berikan dan mempercepat proses penyeduhan dengan mencacah bunga rosella kering agar proses penyeduhan menjadi lebih cepat untuk mendapatkan rasa dan aroma yang tajam.

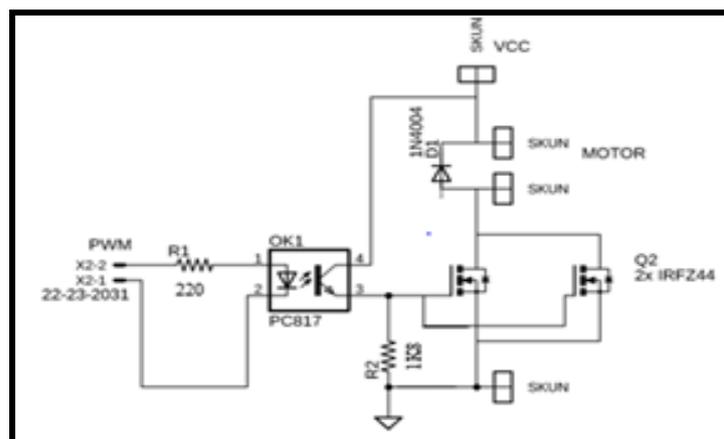
2. Metode Penelitian

Prinsip kerja dari sistem kontrol kecepatan motor DC penggerak pisau pencacah menggunakan metode PID adalah mengontrol kecepatan putaran motor DC [6][7] dalam proses pencacahan bunga rosella kering, kecepatan motor dijaga agar selalu *steadystate* sesuai dengan setpoint yang diinginkan.

Alat ini mulai aktif ketika tombol saklar di on-kan, tetapi motor pada mesin pencacah belum aktif bekerja karena belum memasukan nilai set point dan delay time untuk motor sebelum mati secara otomatis. Saat set point dan delay time tersebut sudah dimasukan tekan tombol run dan motor akan mulai berputar dengan stabil sesuai dengan nilai set point yang sudah dimasukan. Selanjutnya masukan bunga rosella kering kedalam mesin pencacah, didalam mesin pencacah terdapat sensor laser yang mendeteksi adanya bunga rosella kering yang akan dicacah dan mereset *delay time* yang sudah berjalan ketika sistem mulai *start* kembali ke nol dan berhenti menghitung, disaat yang bersamaan sensor rotary encoder membaca kecepatan motor yang akan ditampilkan di LCD. Hasil cacahan bunga rosella kering akan jatuh pada corong dan sensor laser pada masukan mesin pencacah tidak mendeteksi lagi bahan cacahan rosella maka *delay time* akan berjalan kembali sesuai dengan yang kita setting dan jika waktu habis maka motor akan berhenti secara otomatis.

2.1. Rangkaian Driver Motor DC

Driver Motor pada Gambar 1. merupakan rangkaian untuk mengontrol kecepatan motor DC yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan motor [8] saat memutar pisau pencacah pada alat.



Gambar 1. Rangkaian Driver Motor

Dari Gambar 1. berdasarkan skematik perancangan driver untuk motor DC. Untuk menggerakkan motor DC pada system ini diperlukan tegangan maksimum 24VDC dan arus maksimum 10A. Berdasarkan datasheet PC817 diketahui sebagai berikut:

$I_f = 20\text{mA}$ (sesuai *datasheet* PC817)

$I_c = 16\text{mA}$ (sesuai *datasheet* PC817)

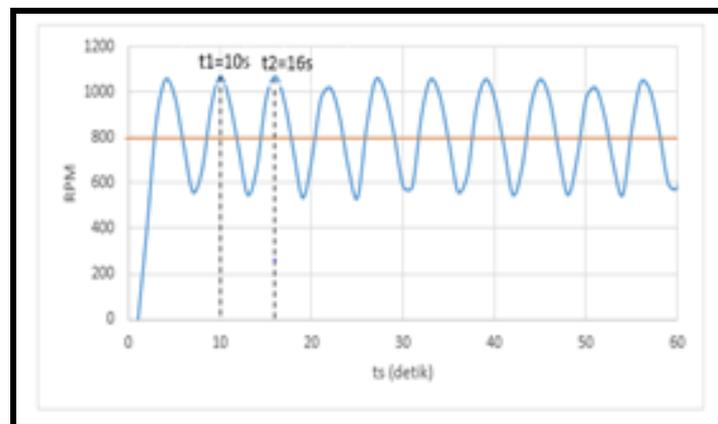
$V_{ce} = 0,1V$ (sesuai *datasheet* PC817)

$V_f = 1,2V$ (sesuai *datasheet* PC817)

Sinyal PWM masuk melalui sumber dan tegangan kerja mikrokontroler yaitu 4.8V. Untuk isolasi tegangan dan arus digunakan optocoupler PC817 sehingga mikrokontroler lebih aman. Pada kaki pin-1 PC817 dibutuhkan resistor pembagi arus R1 agar tegangan maju (V_f) sebesar 1,2V dan arus maju (I_f) sebesar 20mA.

2.2. Perancangan Kontrol PID

Cara yang dilakukan untuk menemukan nilai P, I, dan D adalah memberikan nilai nol pada konstanta integral (K_i) dan konstanta derivative (K_d). Kemudian tahap selanjutnya adalah menaikkan nilai K_p mulai dari nilai terkecil yaitu nol sampai menemukan nilai dimana respon sistem akan beresilasi, dengan syarat respon harus beresilasi dengan stabil. Setelah mendapatkan nilai K_p kemudian dicari nilai K_{cr} . Sedangkan untuk nilai periode pada gelombang disebut P_{cr} . Setelah diperoleh nilai K_{cr} dan P_{cr} , maka nilai K_p , K_i dan K_d dapat diperoleh melalui rumus Ziegler Nichols 2, berikut adalah grafik hasil pembacaan sensor rotary encoder dengan setpoint 800.



Gambar 2. Grafik dengan nilai K_p 0.3

Pada Gambar 2. dengan nilai $K_p = 0,3$ merupakan sistem osilasi yang baik dibandingkan dengan gambar 12 dengan nilai $K_p = 0,2$. Sesuai dengan aturan tuning PID nilai K_p yang didapat digunakan untuk mencari nilai P_{cr} . Nilai P_{cr} diambil dari selisih waktu antara gelombang yang mempunyai amplitudo yang sama yaitu t_1 dan t_2 sesuai pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Ziegler Nicholas 2 [5]

Type Controller	K_p	K_i	K_d
P	$0.5 K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45 K_{cr}$	$1/1.2 P_{cr}$	0
PID	$0.6 K_{cr}$	$0.5 P_{cr}$	$0.125 P_{cr}$

Dari Tabel 1. dapat diperoleh nilai sebagai berikut sesuai dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 K_p &= K_{cr} = 0,3 \\
 P_{cr} &= t_2 - t_1 \\
 &= 16ts - 10ts \\
 &= 6ts \times 0.25 \\
 &= 1.5s
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Dari nilai Kcr dan Pcr diperoleh nilai Kp, Ki dan Kd menurut Tabel 2. sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K_p &= 0.6 \times K_{cr} \\ &= 0.6 \times 0.3 \\ &= 0.18 \end{aligned} \quad (2)$$

$$T_i = 0.5 \times P_{cr} = 0.5 \times 1.5 = 0.75 \quad (3)$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{0.18}{0.75} = 0.24$$

$$\begin{aligned} T_d &= 0.125 \times P_{cr} \\ &= 0.18 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} K_d &= K_p \times T_d \\ &= 0.8 \times 0.187 \\ &= 0.03 \end{aligned} \quad (5)$$

3. Hasil dan Analisis

3.1. Pengujian Sensor Rotary Encoder

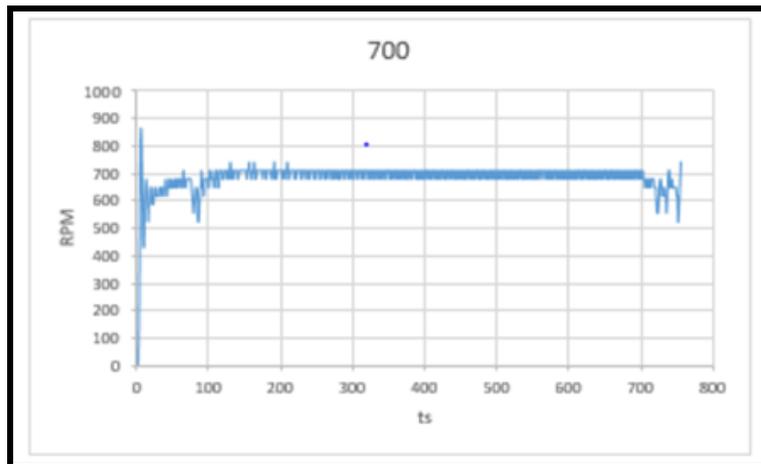
Tabel 2. Pengujian Sensor *Rotary Encoder*

<i>Duty Cycle</i> (%)	Rpm Motor (Tachometer)	Rpm Rotary (LCD)	Error (%)
10	156	155	0.64
20	223	217	2.6
30	496	483	2.6
40	744	740	0.53
50	935	930	0.53
60	1117	1116	0.08
70	1276	1271	0.39
80	1368	1364	0.29
90	1459	1457	0.13
100	1592	1585	0.43

Setelah melakukan perhitungan pada setiap pengujian sensor kecepatan dengan menggunakan persamaan diatas didapatkan *error* terbesar 2,6 % dan *error* terkecil adalah 0,08 %. Untuk *error* rata-rata yang didapatkan adalah 0,8 %. Nilai *error* tersebut tidak terlalu besar dan tidak mengganggu kinerja sistem sehingga dapat dikatakan sensor kecepatan cukup baik.

3.2. Pengujian Dengan Memberikan Gangguan (beban) Pada Sistem

Dengan pengujian ini set point yang diberikan bervariasi yaitu 700 – 1000 rpm dengan menggunakan beban 150 gram disetiap set point yang ditambahkan sedikit demi sedikit untuk mengetahui respon yang akan diberikan sistem apakah bekerja dengan baik atau tidak yang ditunjukkan gambar di bawah ini.



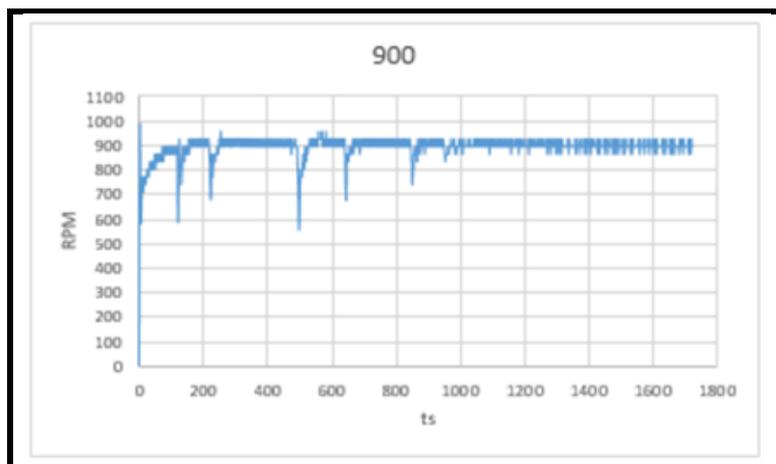
Gambar 3. Pengujian dengan kecepatan 700rpm

Pada Gambar 3. dari pengujian sistem kendali motor dengan *setpoint* kecepatan sebesar 700 rpm, respon yang dihasilkan oleh sistem menunjukkan bahwa bentuk *ripple* yang dihasilkan beresilasi pada kecepatan motor 700 rpm. Dengan digunakannya kontrol PID maka untuk menentukan nilai kurva dapat diperoleh *delay time*, *rise time*, *peak time*, *maksimum overshoot* dan *settling time* dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 3. Respon System Kecepatan 700rpm

No.	Spesifikasi	Hasil
1	<i>Delay Time</i>	0.25 detik
2	<i>Rise Time</i>	0.8 detik
3	<i>Peak Time</i>	1,25 detik
4	<i>Persentase overshoot</i>	24 %
5	<i>Settling time</i>	53.5 detik

Untuk kecepatan 900rpm



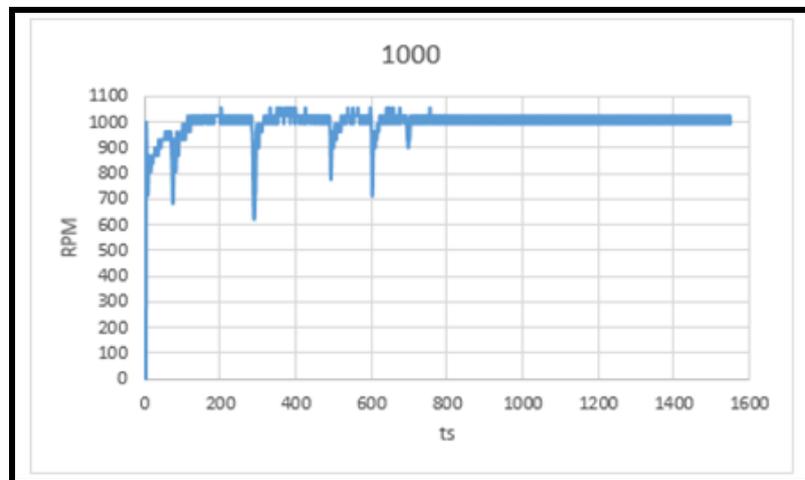
Gambar 4. Pengujian dengan kecepatan 900rpm

Tabel 4. Spesifikasi respon sistem dengan beban di 900 rpm

No.	Spesifikasi	Hasil
1	<i>Delay Time</i>	0.25 detik
2	<i>Rise Time</i>	0,5 detik

No.	Spesifikasi	Hasil
3	<i>Peak Time</i>	1 detik
4	<i>Persentase Overshoot</i>	10.2 %
5	<i>Settling time</i>	245 detik

Untuk kecepatan 1000rpm



Gambar 5. Pengujian dengan Kecepatan 1000rpm

Tabel 5. Spesifikasi respon sistem dengan beban di 1000 rpm

No.	Spesifikasi	Hasil
1	<i>Delay Time</i>	0.25 detik
2	<i>Rise Time</i>	0,25 detik
3	<i>Peak Time</i>	54 detik
4	<i>Persentase overshoot</i>	2.3 %
5	<i>Settling time</i>	180 detik

3.3. Pengambilan dan Analisa Data Proses Pencacahan Bunga Rosella Kering

Pengamatan yang dilakukan keefektifitas mesin pencacah rosella kering ini terdapat di kecepatan 900 rpm, kelopak bunga rosella kering tercacah dengan baik yang tidak menimbulkan sisa cacahan didalam *hopper* mesin pencacah dan tidak mengganggu kinerja sensor laser sebagai *stopper* sistem. Di kecepatan 700 rpm dan 900 rpm dikatakan kurang efektif dikarenakan kecepatan terlalu rendah dan membuat pisau pencacah macet dikarenakan terlalu banyak rosella kering yang masuk ke dalam *hopper*, ini dikarenakan motor yang digunakan kurang memiliki torsi yang cukup untuk mencacah. Sedangkan pada kecepatan 1000 rpm dikatakan kurang efisien dikarenakan kecepatan terlalu tinggi yang mengakibatkan sisa dari cacahan tertahan di dalam *hopper* dan mengganggu kinerja sensor laser yang digunakan sebagai *stopper* sistem. Penurunan kecepatan dari ke empat set point yang digunakan tidak kurang dari 500 rpm saat proses pencacahan yang kemudian kembali lagi ke keadaan stabil sesuai set point yang dimasukkan. Dapat disimpulkan bahwa kontrol PID yang digunakan berjalan dengan baik.

4. Kesimpulan

Kecepatan yang efektif pada proses pencacahan didapatkan set point sebesar 900 RPM didapatkan hasil cacahan yang efektif terhadap waktu dan juga hasilnya dikarenakan rosella kering tercacah dengan baik oleh pisau pencacah dan tidak menimbulkan sisa cacahan yang

dapat mengganggu kinerja dari sensor laser. Hasil yang didapatkan dari proses pencacahan terdiri dari 3 kualitas yaitu kualitas 1 dan 2 digunakan sebagai teh tubruk herbal bunga rosella dan kualitas 3 digunakan sebagai teh celup bunga rosella karena teksturnya lebih halus.

Referensi

- [1] D. Cahya, E. Mandayatma, and M. Fauziyah, "Implementasi Metode PI Untuk Pengaturan Suhu Pada Proses Pengeringan Kelopak Bunga Rosella," *J. Elkolind J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 7, no. 3, pp. 9–14, 2021.
- [2] R. Hayati, "Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Mutu Rosella Kering (*Hibiscus sabdariffa*)," *J. Floratek*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2011.
- [3] H. Maryani and L. Kristiana, *Khasiat & Manfaat Rosela*. Agromedia, 2005.
- [4] D. S. Usman and S. Winarti, "Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Rosela Kering (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Characteristics and Antioxidant Activity Dried Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.))," *J. Teknol. Pangan*, vol. 9, no. 2, 2016.
- [5] K. Ogata, *Modern control engineering*, vol. 5. Prentice hall Upper Saddle River, NJ, 2010.
- [6] Anthonius Stephanus, dkk. 2003. STUDI KARAKTERISTIK MOTOR DC PENGUAT LUAR TERHADAP SIKAT. Jurnal Teknik Elektro Vol. 3, No. 1. Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra.
- [7] Mangera, Paulus dan Daud Andang Pasalli. 2013. ANALISIS MENGGUNAKAN PEMODELAN UNTUK PENGENDALIAN MOTOR LISTRIK STUDI KASUS MOTOR 1750 RPM/60 HP/240 Volt. Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol.2 No. 3. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Musamus Merauke.
- [8] Swamardika, Ida Bagus Alit, dkk. 2015. RANCANG BANGUN ROBOT 6WD SEBAGAI ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS KOMUNKASI WIRELESS Xbee-PRO SERIES 1 60mW. JTE 1693-2951.

