

# Implementasi Kontrol PID untuk Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Proses Pengupasan Bawang Merah

Mohammad Khalid<sup>1</sup>, Fathoni<sup>2</sup>, Ari Murtono<sup>3</sup>

[Submission: 27-09-2021, Accepted: 17-11-2021]

**Abstract**— Red onion are one of the most widely grown and sold horticultural crops in Indonesia. Red onion can be used as ingredients in cooking and traditional herbal medicine, so the demand for red onions is quite high. In Malang City, there are several red onion peeler workers who still use the conventional knife method. This is very risky and the result of peeling onions is not much. The wages that workers generate are also not commensurate with the risks. Along with the times and the advancement of technology, tools are needed that can help the peeling of red onion in order to increase the quantity and prevent work accidents for red onion peelers. The design of this tool is an red onion peeler using the PID method. This machine works using a DC motor as the main driver which will rotate the shaft, the shaft is connected to the rubber (flucker) which is on the tube wall. By using an Arduino and a rotary encoder sensor, it will process the DC motor speed so that it is stable and the Ziegler Nichols PID control as the method. The set points used are  $K_p=0.378$ ,  $K_i=3.78$ , and  $K_d=0.009$  with speeds of 500 and 700 rpm. From the test results show that this machine is designed for 500 grams of whole red onions and 500 rpm is able to produce an average of 259 grams of peeled red onions. Meanwhile, at a speed of 700 rpm for 500 grams of whole red onion, it can produce an average of 391 grams of peeled red onions. The results of the two experiments above show that the higher the rotational speed of the shaft on the tube, the greater the quantity of peeling onion skin.

**Keywords** — Onion, DC Motor Speed, PID Control.

**Intisari**— Bawang merah merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura yang banyak ditanam dan dijual di Indonesia. Bawang merah dapat digunakan sebagai bahan masakan maupun bahan obat herbal tradisional, sehingga permintaan akan bawang merah cukup tinggi. Di Kota Malang terdapat beberapa pekerja pengupas bawang merah yang masih menggunakan metode pisau konvensional. Hal ini sangat berisiko dan hasil pengupasan bawang yang dihasilkan pun tidak banyak. Upah yang dihasilkan para pekerja juga tidak sepadan dengan risiko dan hasilnya. Seiring perkembangan zaman dan majunya teknologi diperlukan mesin yang dapat membantu pengupasan bawang merah agar dapat meningkatkan kuantitas dan mencegah kecelakaan kerja para pengupas bawang merah. Perancangan mesin ini berupa pengupas kulit bawang merah dengan menggunakan metode PID. Mesin ini bekerja menggunakan motor DC sebagai penggerak utama yang akan

memutar poros, poros tersebut terhubung dengan karet (*flucker*) yang berada pada dinding tabung. Dengan menggunakan arduino dan sensor *rotary encoder* akan memproses kecepatan motor DC agar stabil serta kontrol PID *Ziegler Nichols* sebagai metodenya. Set point yang digunakan adalah  $K_p=0.378$ ,  $K_i=3.78$ , dan  $K_d=0.009$  dengan kecepatan 500 dan 700 rpm. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin ini dirancang terhadap 500 gram bawang merah utuh dan 500 rpm mampu menghasilkan rata-rata 259 gram bawang terkelupas. Sedangkan dengan kecepatan 700 rpm terhadap 500 gram bawang merah utuh mampu menghasilkan rata-rata 391 gram bawang terkelupas. Hasil pengujian kedua percobaan diatas menunjukkan semakin tinggi kecepatan putar poros pada tabung maka akan semakin besar juga kuantitas terkelupasnya kulit bawang merah.

**Kata Kunci**— Bawang Merah, Kecepatan Motor DC, Kontrol PID.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris yang kaya akan tanaman pertanian. Salah satunya yaitu tanaman bawang merah. Bawang merah (*Allium Ascalonicum* L) di Indonesia adalah salah satu komoditas tanaman hortikultura yang banyak dikonsumsi, khususnya di beberapa daerah seperti Cirebon, Brebes, Tegal, Pekalongan, Solo dan Wates (Yogyakarta) [1]

Proses pengupasan kulit bawang merah masih dilakukan secara manual dengan pisau konvensional pada umumnya sehingga memerlukan waktu dan tenaga lebih. Mereka pun harus menanggung resiko jari-jari tangan jika terluka akibat pisau yang akan mempengaruhi produktivitas. Maka dari itu untuk mengurangi kecelakaan kerja serta menghasilkan kuantitas bawang merah diperlukan perancangan sistem yang solid berupa pengupas kulit bawang merah yang mekanik berbahan aluminium dan elektrik menggunakan motor DC sebagai penggerakannya. Jumlah beban yang berubah-ubah akan memberikan gangguan pada motor DC dan menyebabkan perubahan kecepatan yang signifikan [2].

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

<sup>1</sup>Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia; e-mail: [mohammad.khalid@engineer.com](mailto:mohammad.khalid@engineer.com)

<sup>2,3</sup> Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia; e-mail: [fathoni@polinema.ac.id](mailto:fathoni@polinema.ac.id), [ari.murtono@polinema.ac.id](mailto:ari.murtono@polinema.ac.id)



Pada penelitian tentang mesin pengaduk pada proses peragian kedelai dalam pembuatan tempe, proses peragian yang membutuhkan waktu dan ketelatenan dapat diatasi dengan mengatur kontrol kecepatan motor DC dengan menggunakan metode PID. Proses peragian dapat dilakukan dengan mesin pengaduk untuk mempercepat proses pekerjaan, menggunakan motor sebagai aktuator pengaduk. Dengan menggunakan mesin tersebut proses peragian dapat lebih efektif dari segi kualitas dan waktu yang menghasilkan sistem respon dengan nilai  $K_p = 4,95$ ,  $K_i = 0,582353$ ,  $K_d = 0$ , dengan set point sebesar 100 rpm [3].

Mengambil metode yang sama dari penelitian ini dilakukan implementasi kontrol PID pada kecepatan motor DC untuk menghasilkan kupasan kulit bawang merah pada set point 500 dan 700 rpm dengan hasil terbaik. Sistem ini diharapkan dapat membantu pengupasan kulit bawang merah menjadi lebih cepat dan efektif, serta menurunkan resiko kecelakaan kerja.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sensor Rotary Encoder

*Rotary Encoder* adalah *device* elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder*. *Rotary encoder* tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan. LED ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Di sisi yang lain suatu *phototransistor* diletakkan sehingga dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Apabila posisi piringan mengakibatkan cahaya dari LED dapat mencapai *phototransistor* melalui lubang-lubang yang ada, maka *phototransistor* akan mengalami saturasi dan akan menghasilkan suatu pulsa gelombang persegi. Semakin banyak deretan pulsa yang dihasilkan pada satu putaran menentukan akurasi *rotary encoder* tersebut[4].

### B. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah board sistem minimum berbasis mikrokontroler ATmega-328P jenis AVR. Arduino Uno R3 memiliki 14 digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan untuk PWM output), 6 analog input, 16 MHz osilator kristal, USB connection, power jack, ICSP header dan tombol reset[5].

### C. Driver IBT<sub>2</sub>

Kontrol motor DC *high current* pada driver motor DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V–27V DC, sedangkan tegangan input level antara 3.3V–5Vdc, driver motor ini menggunakan rangkaian full H-bridge dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi arus yang panas atau berlebihan[6].

### D. Motor DC

Motor DC adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik searah menjadi tenaga mekanik atau gerak putaran[7]. Berdasarkan sumber arus penguat magnetnya, motor DC dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu motor DC dengan penguat terpisah (*separately-excited*) dan motor DC dengan penguat sendiri (*self-excited*). Motor DC itu sendiri memerlukan sumber tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik[8].

### E. PID (Proportional Integral Derivative)

Pada suatu sistem kontrol dibutuhkan keberadaan kontrol yang memiliki peran besar terhadap perilaku dari sistem. Salah satu peran dari kontrol adalah untuk mengurangi kesalahan (*error*) yang merupakan perbedaan antara nilai yang diinginkan (*setpoint*) dengan nilai aktual yang didapatkan oleh sistem (*present value*). Semakin kecil kesalahan maka semakin bagus sistem kontrol yang diterapkan[9]. Untuk itu agar kita dapat menghasilkan output dengan *risetime* yang cepat dan *error* yang kecil kita dapat menggabungkan ketiga aksi kontrol ini menjadi aksi kontrol PID. Ketiga aksi kontrol tersebut adalah:

- 1) Kontrol Proporsional: Secara sederhana dapat dikatakan bahwa keluaran kontrol proporsional merupakan perkalian dari konstanta proporsional dengan masukannya. Penggunaan kontrol proporsional harus memperhatikan ketentuan – ketentuan berikut ini:
  - Jika nilai  $K_p$  kecil, Kontrol proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat.
  - Jika nilai  $K_p$  dinaikan, respon sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan mantabnya.
  - Jika nilai  $K_p$  dinaikan mencapai harga yang berlebihan, sistem akan bekerja tidak stabil atau respon sistem akan berosilasi.
- 2) Kontrol Integral: Kontrol Integral berfungsi menghasilkan respon sistem yang memiliki kesalahan keadaan mantap nol. Ketika digunakan kontrol integral mempunyai beberapa karakteristik berikut ini:



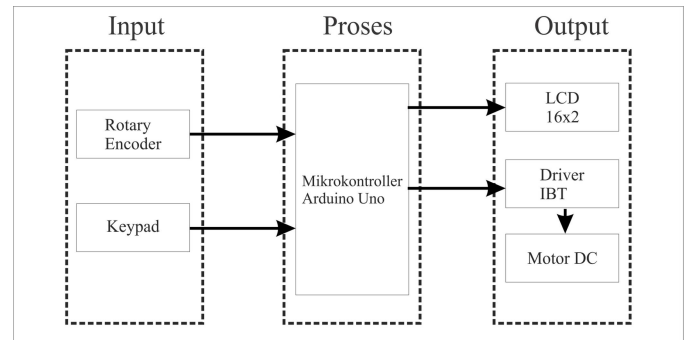
- Keluaran kontrol membutuhkan selang waktu tertentu, sehingga kontrol intergal cenderung memperlambat respon.
  - Ketika sinyal kesalahan berharga nol, keluaran kontrol akan bertahan pada nilai sebelumnya.
  - Jika sinyal kesalahan tidak berharga nol, keluaran akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan dan nilai  $K_i$ .
  - Konstanta Integral  $K_i$  yang berharga besar akan mempercepat hilangnya offset. Tetapi semakin besar nilai konstanta  $K_i$  akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran kontrol.
- 3) Kontrol Diferensial: Kontrol Diferensial memiliki keluaran bersifat seperti suatu operasi derivatif. Perubahan yang mendadak pada masukan kontrol, akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Kontrol diferensial memiliki karakteristik sebagai berikut:
- Kontrol ini tidak dapat menghasilkan keluaran apabila tidak ada perubahan pada masukannya.
  - Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan kontrol tergantung pada nilai  $T_d$  dan laju perubahan sinyal kesalahan.
  - Kontrol diferensial mempunyai suatu karakter untuk mendahului, sehingga kontrol ini dapat menghasilkan koreksi yang signifikan sebelum pembangkit kesalahan menjadi sangat besar. Jadi kontrol diferensial dapat mengantisipasi pembangkit kesalahan, memberikan aksi yang bersifat korektif dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem.

Parameter kontrol *Proporsional Integral derivative* (PID) selalu didasari atas tinjauan terhadap karakteristik yang di atur (*plant*). Dengan demikian bagaimanapun rumitnya suatu *plant*, perilaku *plant* tersebut harus di ketahui terlebih dahulu sebelum pencarian parameter PID itu dilakukan[10].

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 1 Mesin ini menggunakan motor DC sebagai penggerak utama dan penambahan karet (*flucker*) sehingga diharapkan pengupasan bawang yang dihasilkan lebih akurat terkelupas.



Gambar 1: Blok Diagram Sistem

Cara kerjanya adalah memasukkan bawang ke dalam tabung mesin bersama dengan air yang bertujuan untuk memudahkan proses pengupasan pada kulit ari bawang. Mesin berputar memutar piringan mesin yang ditransmisikan oleh *V-belt* dan bawang berada di dalam tabung dimana pada dalam tabung terdapat karet – karet pengupas (*flucker*) pada dinding tabung. Karet pengupas antara piringan bergesekan dengan bawang yang berputar dan kulit bawang terkupas dengan sendirinya yang terbuang dialirkan menuju ke bagian dasar tabung pada lubang pembuangan air pada tabung.

#### B. Perancangan Mekanik

Mesin pengupas bawang ini menggunakan motor DC untuk memutar poros (kecepatan dikontrol), terdapat tabung yang terbuat dari aluminium dan rangka mesin yang terbuat dari besi.



Gambar 2: Mesin Tampak Depan dan Belakang

Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing fungsi komponen mekanik pada Gambar 2:

1. Kotak Mekanik  
Kotak ini sebagai pusat kontrol mesin ini, dimana berisi terdapat komponen-komponen inti seperti: Arduino Uno, LCD, Keypad, Driver Motor DC, Step Down 5V.
2. *Flucker* (Karet)

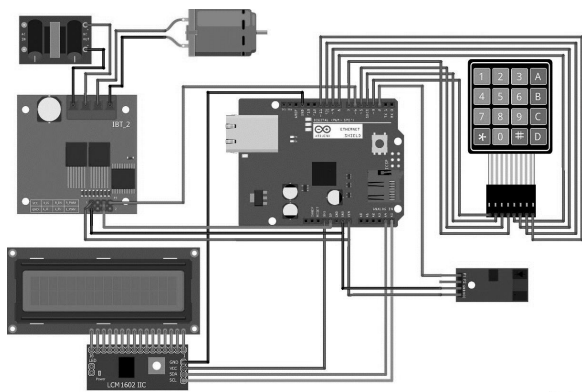


Flucker berbahan karet ini berfungsi sebagai satu-satunya komponen yang mampu mengupas kulit bawang merah.

3. Motor DC  
 Komponen ini berfungsi sebagai penggerak utama yang akan membuat bagian dalam tabung berputar searah jarum jam
4. Pulley dan Belt  
 Pulley ini berada pada masing-masing Motor DC dan poros yang akan membuat kedua komponen itu tersambung dengan adanya belt. Fungsi pulley selain sebagai penghubung antara poros dengan motor DC adalah meningkatkan torsi.

**C. Perancangan Elektronik**

Pada Gambar 3 adalah perancangan rangkaian elektronik dengan Arduino Uno sebagai mikrokontrolnya dan komponen-komponen penting lain.



Gambar 3: Skema Elektrik Keseluruhan

Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing fungsi komponen elektronik pada gambar 3:

1. Sensor Rotary Encoder  
 Penggunaan sensor rotary encoder pada proses pengupasan bawang merah, digunakan sebagai pendeteksi kecepatan dari putaran motor DC
2. Arduino Uno  
 Arduino Uno digunakan untuk pengatur data input seperti sensor rotary encoder dan keypad, maka data output diproses melalui port yang telah ditentukan.
3. Driver Motor DC  
 Driver adalah rangkaian yang tersusun dari transistor yang digunakan untuk menggerakkan motor DC

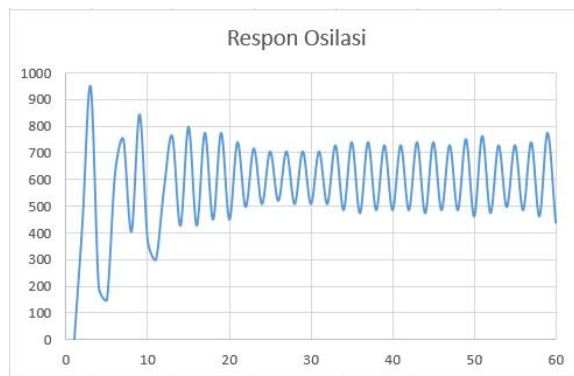
**D. Perancangan Kontrol PID**

Pemilihan kontrol PID menggunakan metode osilasi Zieger Nichols [11] untuk mengontrol kecepatan motor DC pada proyek ini adalah model matematik perilaku plant tidak diperlukan lagi, karena dengan menggunakan data yang berupa kurva keluaran, penalaan kontrol PID telah dapat

dilakukan. Penalaan bertujuan untuk mendapatkan kinerja sistem sesuai spesifikasi perancangan.

Gambar 4: Respon Osilasi

Gambar 4 adalah hasil grafik dengan pemberian konstanta



$K_p = 0.63$  serta  $K_i$  dan  $K_d$  masing-masing bernilai 0 serta *setpoint* kecepatan diberi 1000 rpm. Konstanta  $K_p$  nantinya berubah menjadi  $K_{cr}$  apabila telah ditemukan respon sistem berhasil. Dari grafik tersebut dapat ditemukan osilasi yang sama yaitu pada titik ke-39 dan ke-41, maka  $P_{cr}$  dapat diperoleh dengan cara:

$$P_{cr} = t_2 - t_1$$

$$= 41 - 39 \times 100 \text{ ms}$$

$$P_{cr} = 0.2 \text{ Second}$$

TABEL I  
 PARAMETER PID METODE OSILASI

Controller	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$0,5.K_{cr}$	~	0
PI	$0,45.K_{cr}$	$P_{cr}/1,2$	0
PID	$0,6.K_{cr}$	$P_{cr}/2$	$0,125 P_{cr}$

Dengan diperolehnya nilai  $K_{cr}$  dan  $P_{cd}$ , nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  dapat diperoleh melalui tabel setting parameter kontrol dengan Metode Osilasi pada tabel 1 didapatkan data:

$$K_p = 0,6 \times K_{cr}$$

$$= 0,6 \times 0.63$$

$$K_p = 0.378$$

$$T_i = P_{cr} \times 2$$

$$= 0.5 \times 0.2$$

$$T_i = 0.1 \text{ Second}$$

$$T_d = 0,125 \times P_{cr}$$

$$= 0.125 \times 0.2$$

$$T_d = 0.025 \text{ Second}$$

$$K_i = K_p / T_i$$

$$= 0.378 / 0.1$$

$$K_i = 3.78$$



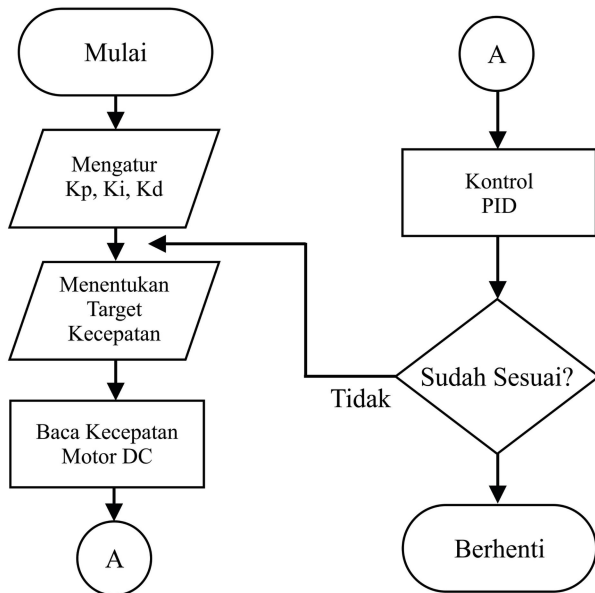
$$Kd = Kp \times Td$$

$$= 0.378 \times 0.025$$

$$Kd = 0,009$$

Pengujian *tunning* PID dilakukan pada 3 set point berbeda yaitu 2500, 700 dan 500 rpm. Perubahan set point tersebut bertujuan mengetahui respon sistem terhadap setiap set point yang mempengaruhi kenaikan kecepatan.

### E. Perancangan Software



Gambar 5: Flowchart Perancangan PID

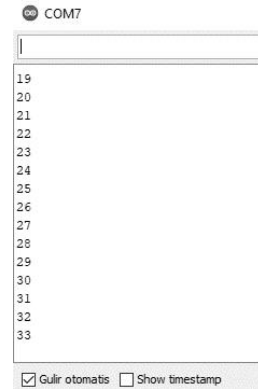
Gambar 5 menunjukkan alur keseluruhan sistem dimana langkah pertama mengatur nilai Kp, Ki, Kd yang sudah ditentukan dengan metode osilasi Ziegler Nichlos, nilai tersebut masing-masingnya adalah Kp=0.378, Ki=3.78, Kd=0.009. Langkah kedua yaitu memasukan kecepatan motor dengan 3 pilihan set point. Set point pertama 2500 rpm adalah kemampuan maksimal kecepatan dari motor DC tanpa beban mekanik dan *pulley*, set point kedua 700 rpm adalah kemampuan maksimal kecepatan dari motor DC dengan beban mekanik dan *pulley*, sedangkan set point ketiga 500 rpm dengan beban mekanik dan *pulley* bertujuan mengetahui perbedaan respon sistem pada set point sebelumnya.

### IV. HASIL DAN ANALISA

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan langkah selanjutnya melakukan pengujian mesin, baik itu perblok atau pengujian keseluruhan. Setelah melakukan pengujian, langkah selanjutnya yaitu analisa terhadap pengujian yang dilakukan. Berikut ini pengujian yang dilakukan:

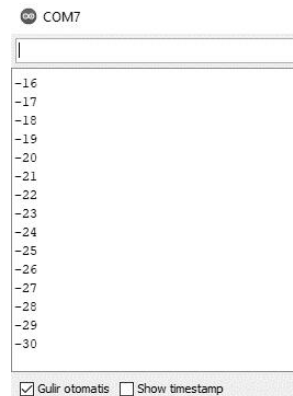
#### A. Pengujian Sensor Encoder

Pengujian pada sensor *Rotary Encoder* dilakukan untuk mencari data yang didapatkan pada sensor *Rotary encoder* pada saat motor DC berputar dan harus bisa mendeteksi arah putaran motor DC. Jika putaran motor berputar searah jarum jam atau *Clockwise* (CW) maka data *Rotary encoder* akan bernilai positif (+), dan sebaliknya jika putaran motor berputar berlawanan arah jarum jam atau *Counterclockwise* (CCW) maka data *Rotary Encoder* akan bernilai negatif (-).



Gambar 6: Percobaan *Clockwise* (CW)

Gambar 6 merupakan data pembacaan *Rotary Encoder* ketika motor DC berputar searah jarum jam atau *Clockwise* (CW).



Gambar 7: Percobaan *Counterclockwise* (CCW)

Gambar 7 merupakan pembacaan *Rotary Encoder* ketika motor DC berputar berlawanan arah jarum jam atau *Counterclockwise* (CCW).

Dari hasil pengujian sensor *Rotary encoder*, berdasarkan gambar 5 dan gambar 6 membuktikan bahwa sensor *Rotary Encoder* akan bernilai positif (+) ketika motor berputar searah jarum jam *Clockwise* (CW) dan akan bernilai negatif (-) ketika motor berputar berlawanan jarum jam *Counterclock* (CCW). Dengan hasil tersebut menandakan bahwa sensor *Rotary Encoder* dapat bekerja dengan baik.



**B. Pengujian Driver Motor DC IBT\_2**

Pengujian *driver* motor DC IBT\_2 bertujuan mengetahui dan mengerti tentang karakteristik modul *driver* motor DC. Pengujian dapat dilakukan dengan memberi inputan berupa logika “HIGH” dan “LOW” pada dua pin *input* sebagai pengatur arah putaran secara bergantian, kemudian melihat perubahan pada pergerakan motor yang sudah disambungkan pada pin *output* dari *driver*.

TABEL II  
 HASIL PENGUJIAN DRIVER MOTOR DC IBT\_2

Pin 1	Pin 2	Output
High	High	Berhenti melakukan pengereman maju
High	Low	Maju
Low	High	Mundur
Low	Low	Berhenti tanpa melakukan pengereman

Dari pengujian *driver* IBT\_2 dapat dibuktikan bahwa *driver* mampu dioperasikan secara *Fullbridge*, dikarenakan motor yang disambungkan pada *driver* mampu beroperasi tidak hanya berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam saja, melainkan bisa dioperasikan dalam hal pengereman arah putaran motor.

**C. Pengujian Motor DC PG45**

Pengujian motor DC PG45 ini dilakukan pada keadaan tanpa beban dengan mengetahui perbandingan nilai RPM motor menggunakan alat ukur Tachometer, sensor kecepatan sebagai perbandingannya.

TABEL III  
 HASIL PENGUJIAN MOTOR DC PG45

No	Tegangan (Volt)	Sensor (RPM)	Tachometer (RPM)	Error (%)
1	8	800	805	0.62%
2	12	1190	1200	0.83%
3	16	1596	1610	0.86%
4	20	2000	2000	0%
5	24	2395	2418	0.95%
			Rata-rata Error	0.65%

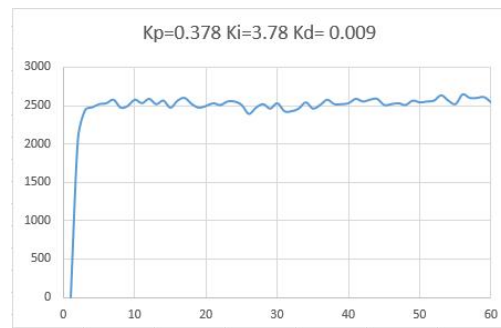
Hasil pembacaan dari sensor kecepatan pada LCD jika dibandingkan dengan tachometer menunjukkan perbedaan yang disebut *error*. Nilai *error* rata-rata yang didapat setelah melakukan perhitungan berdasarkan persamaan yaitu 0,65.

**D. Pengujian Kontrol PID**

Pada pengujian kontrol PID menggunakan Ziegler-Nichols II osilasi dilakukan dengan memasukan nilai pada  $K_p=0.378$ ,  $K_i=3.78$ ,  $K_d=0.009$  lalu memasukan set point 2500 rpm tanpa beban mekanik dan bawang, menggunakan 2500 rpm adalah kemampuan tertinggi dari motor DC tersebut. Tahap selanjutnya adalah menggunakan set point 500 dan 700 dengan beban mekanik dan bawang merah seberat 500gr. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data pada serial monitor yang menunjukkan data rpm pada software Arduino IDE dan merubah data tersebut untuk dimasukan ke grafik pada software Microsoft Excel. Selanjutnya yaitu menganalisa respon pada motor DC yang memutar poros pada tabung dengan keterangan sebagai berikut:

1. Peforma Kontrol PID Tanpa Beban

Pengujian dengan set point 2500 rpm tanpa beban mekanik dan bawang merah.



Gambar 8: Grafik Respon Kecepatan Tanpa Beban

Gambar 8 dari pengujian kontrol kecepatan motor DC dengan set point 2500 rpm tanpa beban bisa menghasilkan respon sebagai berikut:

TABEL IV  
 RESPON NILAI SET POINT 2500 RPM

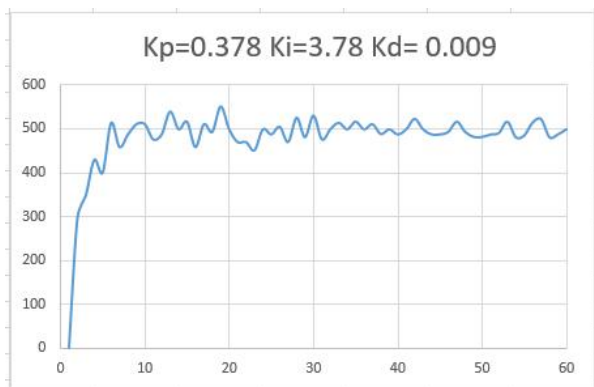
Performa Respon Kurva	Hasil
<i>td</i> (delay time)	1 s
<i>tr</i> (rise time)	4 s
<i>tp</i> (peak time)	4 s
<i>ts</i> (settling time)	8 s
<i>mp</i> (maximum overshoot)	4.3 %

Bedasarkan hasil pengujian dengan set point 500 rpm. Grafik yang dihasilkan pada gambar 8 menunjukkan *td* (delay time) dengan waktu 1 s, *tr* (rise time) dengan waktu 4 s, *tp* (peak time) dengan waktu 4 s, *ts* (settling time) dengan waktu 8 s dan nilai 4.3% pada *mp* (maximum overshoot).

2. Pengujian Peforma Kontrol PID Dengan Beban I



Pengujian dengan set point 500 rpm dengan beban mekanik dan bawang merah 500gr



Gambar 9: Grafik Kecepatan 500 rpm dengan Beban

Gambar 9 dari pengujian kontrol kecepatan motor DC dengan set point 500 rpm dengan beban mekanik dan bawang merah bisa menghasilkan respon sebagai berikut

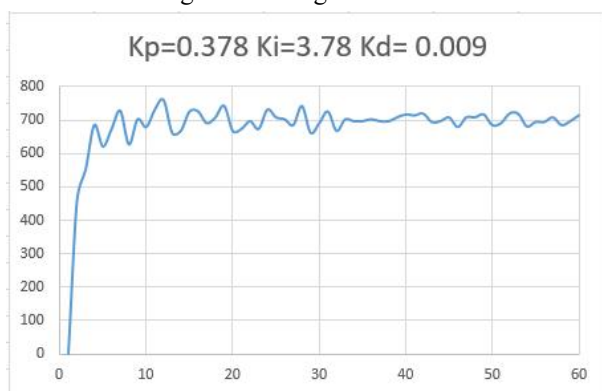
TABEL IV  
 RESPON NILAI SET POINT 500 RPM

Performa Respon Kurva	Hasil
<i>td (delay time)</i>	1 s
<i>tr (rise time)</i>	3 s
<i>tp (peak time)</i>	5 s
<i>ts (settling time)</i>	30 s
<i>mp (maximum overshoot)</i>	10 %

Bedasarkan hasil pengujian dengan set point 500 rpm. Grafik yang dihasilkan pada Gambar 4 menunjukkan *td (delay time)* dengan waktu 1 s , *tr (rise time)* dengan waktu 3 s , *tp (peak time)* dengan waktu 5 s , *ts (settling time)* dengan waktu 30 s dan nilai 10 % pada *mp (maximum overshoot)*.

### 3. Pengujian Peforma Kontrol PID Dengan Beban II

Pengujian dengan set point 700 rpm dengan beban mekanik dan bawang merah 500gr



Gambar 10: Grafik Grafik Kecepatan 700 rpm dengan Beban

Gambar 10 dari pengujian kontrol kecepatan motor DC dengan set point 700 rpm dengan beban mekanik dan bawang merah bisa menghasilkan respon sebagai berikut:

TABEL V  
 RESPON NILAI SET POINT 700 RPM

Performa Respon Kurva	Hasil
<i>td (delay time)</i>	1 s
<i>tr (rise time)</i>	3 s
<i>tp (peak time)</i>	6 s
<i>ts (settling time)</i>	31 s
<i>mp (maximum overshoot)</i>	8.3 %

Bedasarkan hasil pengujian dengan set point 500 rpm. Grafik yang dihasilkan pada Gambar 4 menunjukkan *td (delay time)* dengan waktu 1 s , *tr (rise time)* dengan waktu 3 s , *tp (peak time)* dengan waktu 6 s , *ts (settling time)* dengan waktu 31 s dan nilai 8.3 % pada *mp (maximum overshoot)*.

TABEL VI  
 DATA PENGUJIAN PENGUPASAN 500 RPM

No	Kecepatan RPM	Waktu (detik)	Beban (gram)	Hasil (gram)
1	500	300	500	256
2	500	300	500	262
			Rata-rata	259

TABEL VII  
 DATA PENGUJIAN PENGUPASAN 700 RPM

No	Kecepatan RPM	Waktu (detik)	Beban (gram)	Hasil (gram)
1	500	300	500	388
2	500	300	500	394
			Rata-rata	391

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa mesin yang dirancang untuk memutar poros searah jarum jam pada tabung dengan bahan alumunium dimana terdapat karet (flucker) dibagian dinding tabung yang membantu memberikan gesekan terhadap bawang merah dengan berat 500 gram dan kecepatan 500 rpm mampu mengelupaskan kulit bawang merah dengan rata-rata 259 gram. Sedangkan dengan 500 gram bawang merah dan kecepatan 700 rpm mampu mengelupaskan kulit bawang merah dengan nilai rata-rata 391 gram.

### V. PENUTUP

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan mampu mengimplementasikan kontrol PID



menggunakan metode osilasi *Ziegler Nichols* mendapatkan dengan parameter kontrol  $K_p= 0.378$ ,  $K_i= 3.78$  dan  $K_d= 0.009$  dengan set point 500 rpm dengan berat 500 gram hanya menghasilkan terkelupasnya kulit bawang merah 259 gram, sedangkan 700 rpm dengan berat 500 gram menghasilkan terkelupasnya kulit bawang merah rata-rata 391 gram. Hasil dari kedua pengujian menunjukkan semakin tinggi kecepatan putar poros pada tabung maka akan semakin besar juga kuantitas terkelupasnya kulit bawang merah dengan kecepatan 700 rpm.

#### REFERENSI

- [1] Goulart, F. S. 1995. Super Healing Foods. Reward Books a member of Penguin Putnam Inc., New York.
- [2] Waluyo, Fitriansyah, Syahrial .2013. Analisis Penalaan Kontrol PID pada Simulasi Kendali Kecepatan Putaran Motor DC Berbeban menggunakan Metode Heuristik. Elkomika Jurnal Teknik Elektro Itenas. Vol (1) No (2) : (78-92).
- [3] Susanto, Hadi. 2018. Kontrol Kecepatan Putar Motor DC pada Proses Pengaduk Peragian Kedelai dalam Proses Pembuatan Tempe Menggunakan Metode PID. Jurnal Elkolind, Vol.6, No.3, Sep 2019.
- [4] Azlina, Maya. 2013. Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Angin Dan Penunjuk Arah Angin Berbasis Mikrokontroler AT-MEGA 8535. Jurnal Sainia Fisika. Vol (6) No (1).
- [5] Susanto, Heri. 2015. Perancangan Sistem Telemetry Wireles untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 ATmega328p dan XBEE PROO. Tanjung Pinang: Skripsi Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- [6] "BTS7960 High Current 43A H-Bridge Motor Driver" Handson Technology.
- [7] Pitowarno, Endra. 2016. Robotika : "Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan". Yogyakarta : Andi Publisher.
- [8] Gottlieb, Irving. 2007. Practical Electric Motor Handbook Great Britain: Biddles Ltd.
- [9] Pothorajoo, Satishrao, and Hamdan Daniyal. "PID bidirectional speed controller for BLDC with seamless speed reversal using Direct Commutation Switching Scheme." Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC), 2017 IEEE 8th. IEEE, 2017.
- [10] Ogata, K. 2010. Modern Control Engineering, 5th Edition. Prentice Hall: New Jersey.
- [11] Ali, Muhammad, " *Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID dengan Software MATLAB.*," Jurnal Teknik Elektro Universitas Yogyakarta, 2014

