



## IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI PID PADA KECEPATAN MOTOR PENGADUK MESIN PRODUKSI KITOSAN

Rizki Akbar Prayogo P<sup>1</sup>, Ari Murtono<sup>2</sup>, Imam Saukani<sup>3</sup>  
e-mail : [rizkiakbarpp98@gmail.com](mailto:rizkiakbarpp98@gmail.com), [arimurtono@polinema.ac.id](mailto:arimurtono@polinema.ac.id),  
[imamsaukani@polinema.ac.id](mailto:imamsaukani@polinema.ac.id)  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki wilayah perairan yang lebih luas dari daratan, sehingga hasil perikanan melimpah ruah. Salah satu hasil yang lebih potensial adalah rajungan. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa cangkang rajungan mengandung kitin yang dapat dikonversi menjadi kitosan melalui reaksi deasetilasi. Kitosan ini bermanfaat sebagai pengawet makanan, suplemen, anti mikroba, penjernih air, anti oksidan dan penyerap lemak.

Saat ini pengerjaan sebelumnya kurang efektif jika dilakukan dengan cara konvensional untuk produksi kitosan yang memerlukan kestabilan suhu dan kecepatan pengadukan yang konstan. Karena standar mutu viskositas pada proses produksi pengadukan mempengaruhi kecepatan yang dapat menghasilkan proses pencampuran merata sampai warna kitosan yang dihasilkan menjadi bubuk putih atau kekuningan. Dimana warna bubuk putih atau kekuningan itu sendiri adalah parameter kualitas dari kitosan.

Dalam permasalahan tersebut, penulis mencoba mengimplementasikan sistem kendali PID pada proses pengadukan kitosan. Mesin ini menggunakan motor DC gearbox sebagai penggerak utamanya serta memanfaatkan PWM Arduino untuk mengatur kecepatan motor, sehingga mesin dapat diatur kecepatannya sesuai keinginan pengguna. Motor power window digunakan untuk menggerakkan pengaduk, yang dapat disesuaikan dengan kekentalan kitosan yang diinginkan. Dalam pemakaiannya, pengguna dapat memasukkan input pada keypad.

Dalam pembuatan mesin ini hal yang ingin dicapai dapat mengatur kecepatan motor 100 Rpm pada saat pengadukan kitosan agar kekentalan dan warna dari kitosan mencapai standar mutu yang diinginkan, yaitu dengan viskositas 200- 700cps dan parameter warna bubuk putih atau kekuningan.

**Kata Kunci :** Deasetilasi, Derajat Deasetilasi, Kitosan, Metode PID.

### ABSTRACT

*Indonesia is a country that has a larger water area than land, so its fishery products are abundant. One of the more potential products is crab. Some studies mention that the shell of the crab contains chitin which can be converted into chitosan through a deacetylation reaction. This chitosan is useful as a food preservative, supplement, anti-microbial, water purifier, anti-oxidant and fat absorber.*

*Currently, the previous work is less effective if done in a conventional way for chitosan production which requires constant temperature stability and stirring speed. Because the viscosity*

### Article History

Received: Januari 2025  
Reviewed: Januari 2025  
Published: Januari 2025

Plagirism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :  
10.8734/Kohesi.v1i2.365

**Copyright : Author**  
**Publish by : Kohesi**



This work is licensed under  
a [Creative Commons  
Attribution-  
NonCommercial 4.0  
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



*quality standard in the stirring production process affects the speed that can produce an even mixing process until the resulting chitosan color becomes white or yellowish powder. Where the color of the white or yellowish powder itself is a quality parameter of chitosan. In this problem, the author tries to implement a PID control system in the chitosan stirring process. This machine uses a DC gearbox motor as the main drive and utilizes Arduino PWM to adjust the motor speed, so that the machine can be adjusted according to the user's wishes. The power window motor is used to drive the stirrer, which can be adjusted to the desired chitosan viscosity. In use, the user can enter input on the keypad.*

*In the manufacture of this machine, the thing to be achieved can adjust the motor speed of 100 Rpm when stirring the chitosan so that the viscosity and color of the chitosan reach the desired quality standards, namely with a viscosity of 200-700cps and white or yellowish powder color parameters.*

**Keywords :** *Deacetylation, Deacetylation Degree, Chitosan, PID Method*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki wilayah perairan yang lebih luas dari daratan, sehingga hasil perikanan melimpah ruah. Salah satu hasil yang lebih potensial adalah rajungan. Hasil pengolahan rajungan ini menghasilkan limbah berupa cangkang yang selama ini tidak dimanfaatkan keseluruhannya sehingga mengganggu lingkungan.

Cangkang rajungan merupakan produk utama limbah dari industri pengalengan rajungan pasteurisasi yang masih mengandung senyawa kimia cukup banyak, diantaranya ialah protein 30-40%; mineral ( $\text{CaCO}_3$ ) 30-50%; dan kitin 20- 30%. Kitin yang terkandung dalam cangkang rajungan tersebut dapat diproses lebih lanjut menghasilkan kitosan yang mempunyai banyak manfaat di bidang industri. (Wisuda et al., 2014)

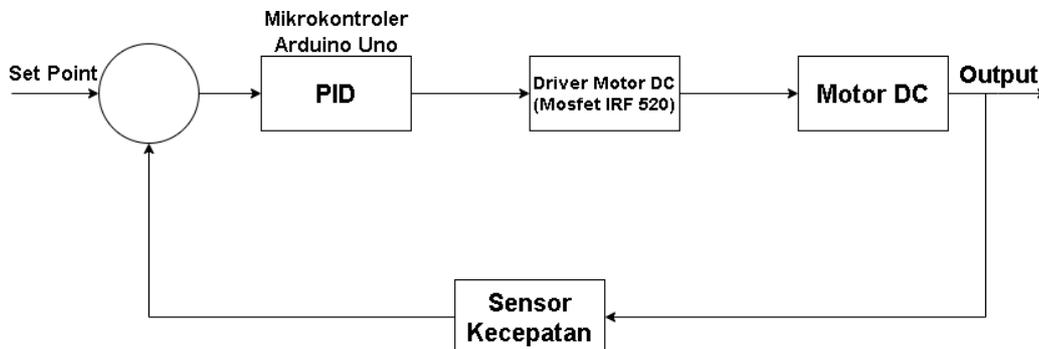
Dalam proses deasetilasi pembuatan kitosan yaitu dengan menambahkan NaOH pekat konsentrasi 60% dengan rasio berat sampel dengan larutan 1:12 dengan cara Campuran diaduk dan dipanaskan pada suhu  $125^\circ\text{C}$  selama 180 menit dengan diaduk secara konstan dengan kecepatan 100 rpm. kemudian Larutan dipisahkan dan disaring melalui kertas saring, Lalu Padatan dikeringkan pada suhu  $80^\circ\text{C}$ .

Pada tahap deasetilasi kestabilan suhu dan kecepatan pengadukan sangat berpengaruh pada viskositas dan warna yang dihasilkan. Dimana viskositas dan warna bubuk putih atau kekuningan adalah suatu parameter mutu kitosan yang menunjukkan persentase gugus asetil yang dapat dihilangkan, berdasarkan hasil uji viskositas kitosan yang memenuhi standar mutu kitosan yaitu 200-700 cp kategori medium. (Nadia et al., 2014)

Mengkaji masalah yang ada penulis ingin merealisasikan gagasan untuk membuat sistem pada alat produksi kitosan yang dapat mengontrol kecepatan pengadukan yang konstan menggunakan metode PID yang dilengkapi dengan monitoring kecepatan, dengan pembacaannya menggunakan sensor Rotary Encoder yang dapat dipantau melalui LCD. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat terkontrol stabil. Untuk mencegah viskositas pada saat pemrosesan berlangsung sehingga larutan dan bubuk kitin dapat tercampur secara merata.

## 1. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Blok Kontrol

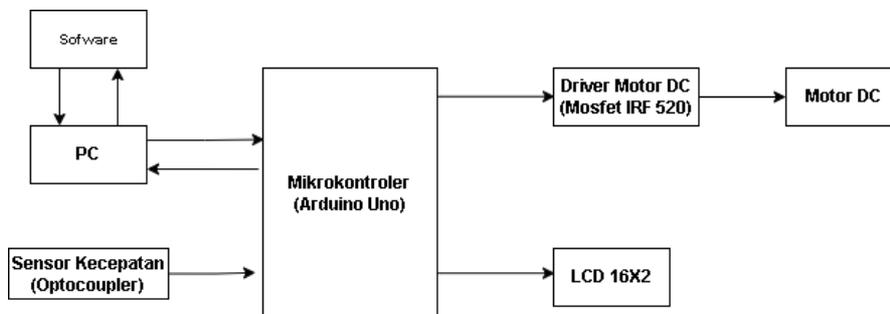


Gambar 1.1 Blok Diagram Kontrol

Blok kontrol pada gambar 1.1 menjelaskan urutan kontrol dengan menentukan setpoint berupa RPM, yang selanjutnya akan diproses menggunakan PID. Keluaran dari PID akan mengontrol motor dc untuk berkerja atau berputar secara continuous sesuai Output dari Driver Motor dan Motor DC akan memberikan output pada sistem berupa kecepatan dalam satuan RPM. Kemudian kecepatan motor (RPM) akan di deteksi oleh sensor kecepatan *Optocoupler* yang mana akan digunakan sebagai feedback dari sistem yang akan dikirimkan ke Mikrokontroler.

### 2.2 Diagram Blok Sistem

Secara keseluruhan sistem ini akan dirancang beberapa komponen elektronik dan rancangan *software* yang diperlukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem

*Input* yang masuk pada sistem adalah *Set Point* berupa konstanta yang akan di proses oleh mikrokontroler yang telah terisi program PID, kemudian mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal PWM ke *Driver Motor DC*. *Driver* motor akan menentukan kecepatan dari Motor DC berdasarkan besar PWM yang dikeluarkan mikrokontroler. Motor DC akan berkerja atau berputar secara continuous sesuai Output dari Driver Motor dan Motor DC akan memberikan output pada sistem berupa kecepatan dalam satuan RPM. Kemudian kecepatan motor (RPM) akan di deteksi oleh sensor kecepatan *Optocoupler* yang mana akan digunakan sebagai feedback dari sistem yang akan dikirimkan ke Mikrokontroler. Mikrokontroler yang menerima hasil feedback akan memproses itu dengan cara membandingkan selisih dari Set Point dengan feedback yang diberikan oleh sensor kecepatan (*Error*).

### 2.3 Perancangan Mekanik

Spesifikasi Mekanik

1. Panjang : 1 meter
2. Lebar : 1 meter

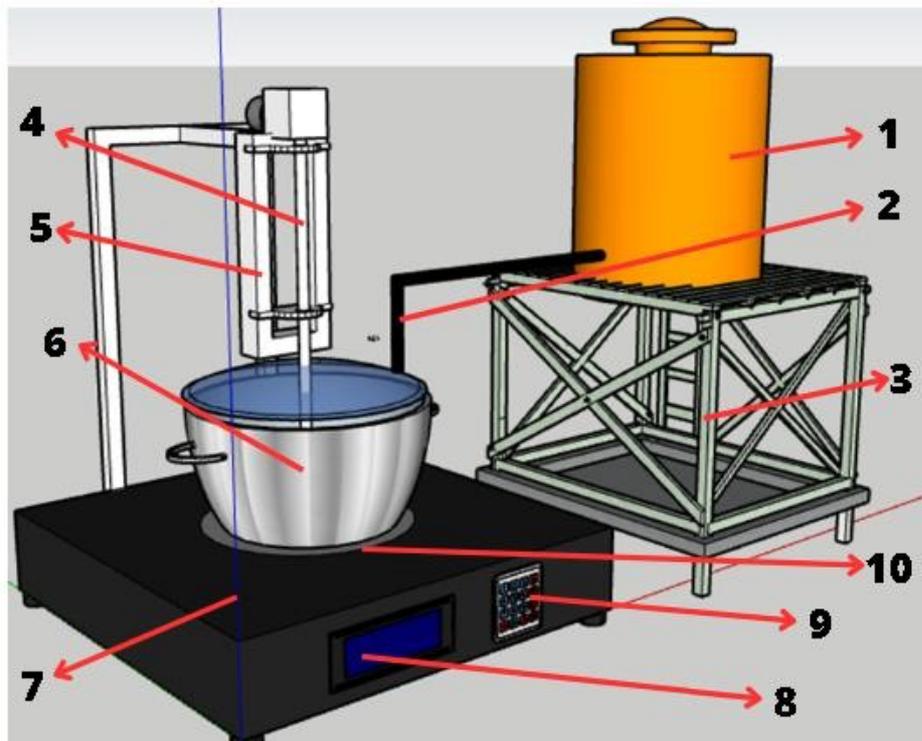
- 3. Tinggi : 1,2 meter
- 4. Bahan *base* : Alumunium
- 5. Berat : 15 Kg

#### Spesifikasi Elektronik

- 1. Catu daya alat : AC 220V
- 2. Jenis prosessor : Arduino uno
- 3. Jenis display : LCD 16 x 2 I2C
- 4. Jenis sensor :
  - Sensor *Thermocouple*
  - Sensor *Optocoupler*
  - Load cell
- 5. Jenis motor : Motor DC
- 6. Driver AC : Motor Driver *Mosfet* IRF520 dan Driver Heater

#### Spesifikasi Alat

- 1. Kecepatan motor : 100 Rpm
- 2. Suhu : 125° Celcius
- 3. Kapasitas : 20 Kg



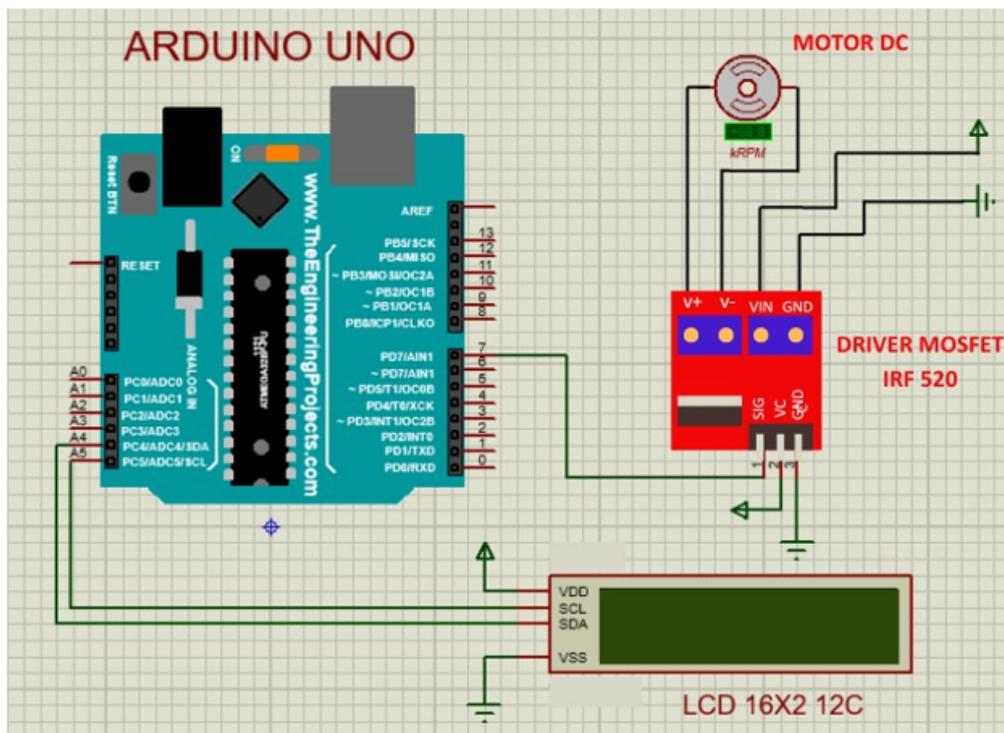
Gambar 2.2 Desain Mekanik

Berdasarkan desain mekanik diatas, sebagai berikut untuk penjelasannya :

- 1. Tangki sebagai wadah larutan NaOH 50% dengan kapasitas maksimal 18 liter
- 2. Pipa untuk menyalurkan larutan NaOH ke Panci
- 3. Tatakan tangki
- 4. As pengaduk berbahan stainless agar tahan panas dengan suhu yang tinggi
- 5. Penompang As pengaduk

5. Panci dengan kapasitas 18 liter berbahan stainless
  6. Box sebagai tempat Loadcell, keypad, LCD
  7. Keypad sebagai masukkan setpoint
  8. LCD untuk menampilkan kecepatan motor dan suhu
  9. Loadcell untuk mendeteksi beban pada saat panci dimasukkan kiting
- ## 2.4 Perancangan Elektronik

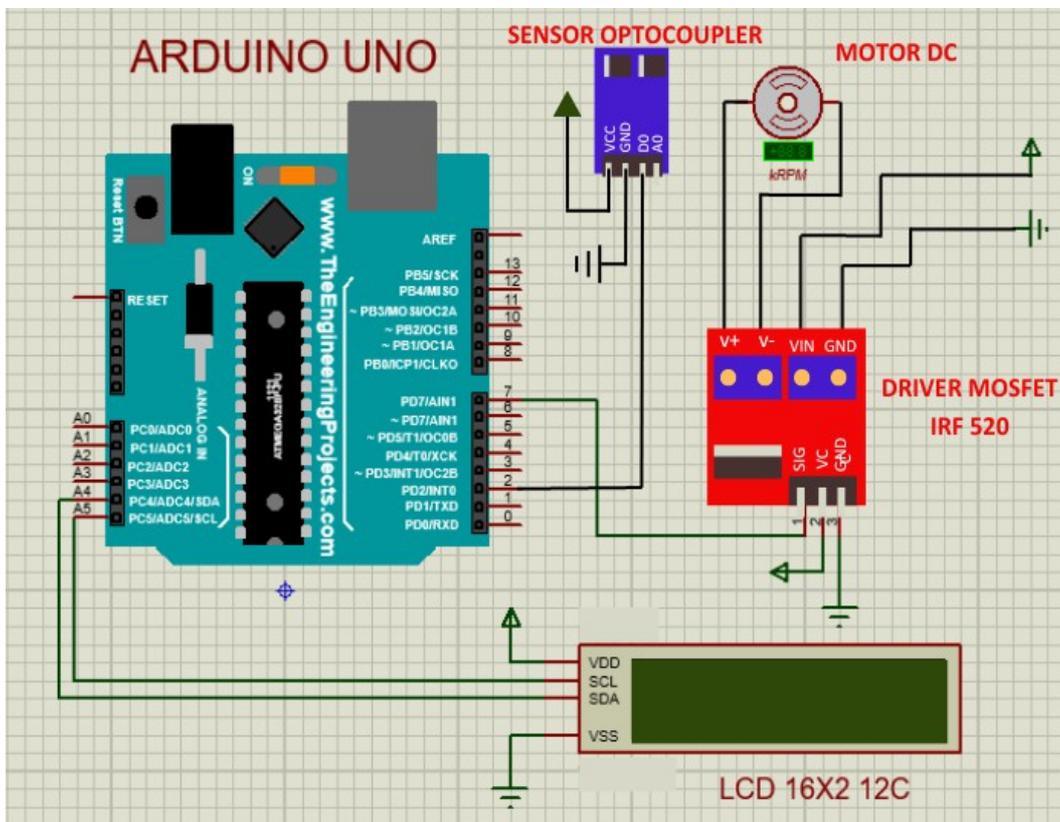
### 2.4.1 Perancangan Rangkaian *Module Driver Mosfet IRF520*



Gambar 2.3 Perancangan Rangkaian *Module driver Mosfet IRF520*

Pada alat ini *driver* yang digunakan adalah *Driver Module Mosfet IRF520* dimana output signal dihubungkan pada pin 8 pada Arduino Uno, lalu GND1 dihubungkan ke Ground Arduino dan VCC dihubungkan ke tegangan 5V, lalu GND2 dihubungkan ke Ground *Power Supply* dan Vin dihubungkan ke sumber tegangan 12 volt *power supply*. Output V+ dan V- dihubungkan ke Motor DC.

### 2.4.2 Perancangan Rangkaian *Module Driver Mosfet IRF520* dan Sensor Kecepatan dengan *Optocoupler*



Gambar 2.4 Perancangan Rangkaian Sensor Kecepatan dengan *Optocoupler*

Dari gambar 2.4 diatas penyambungan Driver Motor ke Arduino dan Motor DC sudah dijelaskan. Dilanjutkan dengan Sensor Kecepatan Motor (*Optocoupler*) output signal dihubungkan ke pin 2 pada Arduino, lalu GND dihubungkan ke Ground Arduino dan VCC dihubungkan ke tegangan 5V Arduino. Dengan cara kerja dari sensor optocoupler adalah bila terhalang maka output akan open, dan bila tidak terhalang output akan short. Dengan cara kerja tersebut, sinar inframerah akan putus-putus dan menimbulkan pulsa-pulsa listrik. Pulsa-pulsa itu kemudian dapat diolah dan ditangkap oleh mikrokontroler dan hasil dari sensor optocoupler ditampilkan pada LCD dan Driver Motor yang akan mengatur kecepatan motor dengan PWM yang diperintahkan oleh Arduino.

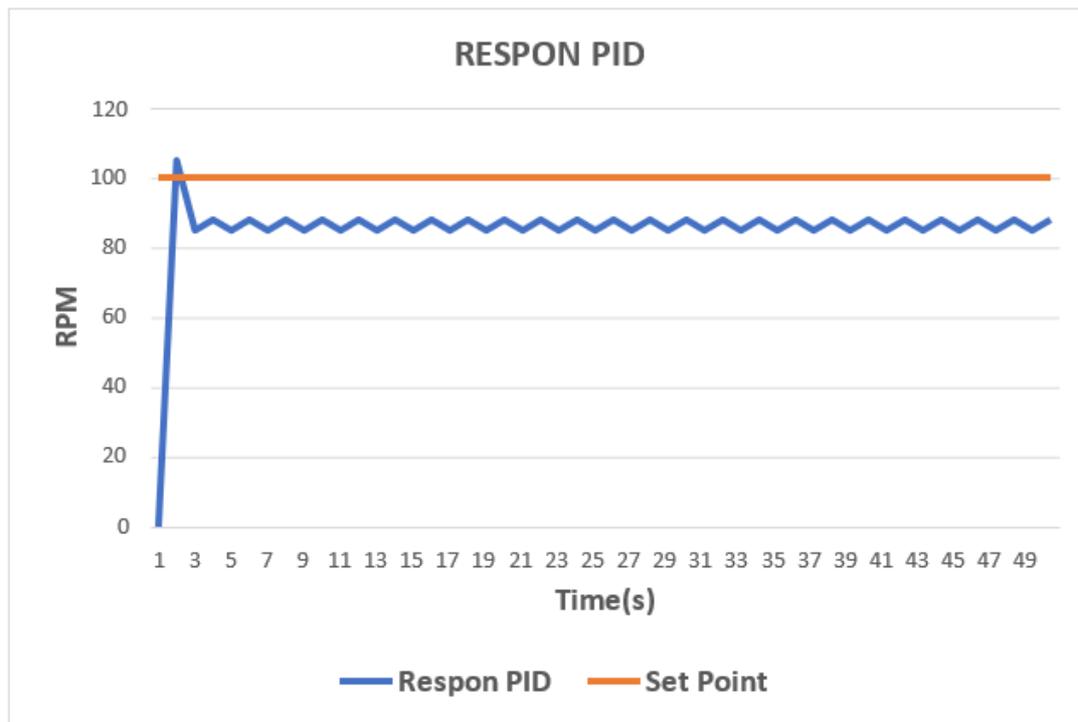


## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengujian Sistem Tanpa Kontrol PID

Pada pengujian sistem tanpa kontrol PID dilakukan dengan cara membuat nilai  $K_p = 70$  dan  $K_i$  maupun  $K_d = 0$  sehingga menjadi sistem close loop tanpa adanya kontrol PID, dengan program sebagai berikut :

Berikut adalah step respon dari sistemnya dengan Set point = 100 RPM.



Gambar 3.1

#### Pengujian Sistem Tanpa Kontrol PID

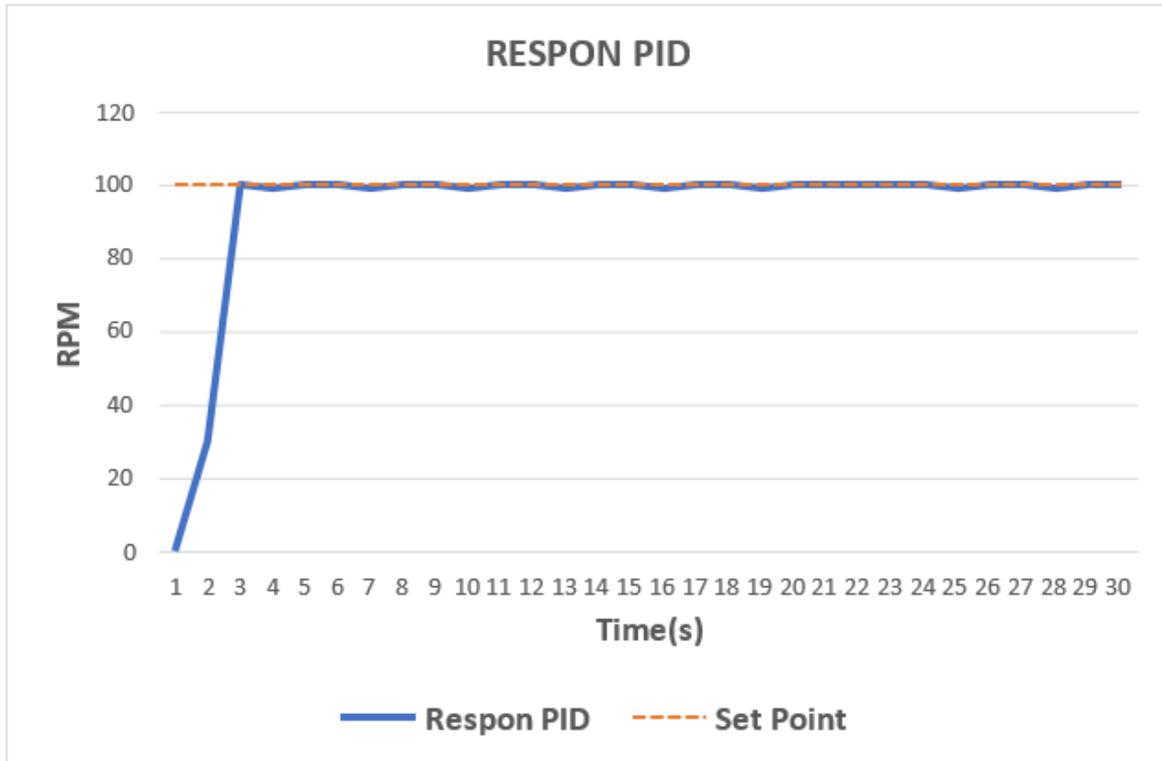
Berdasarkan gambar 3.1 di atas terlihat bahwa sistem tanpa kontrol PID tidak bisa mencapai set point yang diinginkan yaitu 100 RPM dengan nilai Error Steady State adalah.

$$e = \frac{88-100}{100} \times 100\% = 12\%$$



### 3.2 Pengujian Sistem dengan Metode Trial and Error

Berikut hasil respon sistem yang didapatkan oleh proses Trial and Error percobaan ke-3. yang ditunjukkan pada gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.2 Pengujian Sistem Tuning PID Trial and Error (3)

Berdasarkan grafik pada gambar 3.2 terlihat bahwa sistem sudah mencapai *steady state* dan stabil dengan spesifikasi respon sistem sebagai berikut, (*Set Point* = 100RPM)

- *Rise Time* = 0,8 detik
- $\text{Overshoot} = \frac{100-100}{100} \times 100\% = 0\%$
- $\text{Error SS} = \frac{101,5-100}{100} \times 100\% = 1,5\%$
- *Settling Time* = 1,7 detik

Berdasarkan data perhitungan Rise Time, Overshoot, Error Steady state, dan settling time pada tuning metode Trial and Error percobaan ke-3 bisa diketahui bahwa hasil tuning menggunakan metode Trial and Error ini cukup baik dan Error Steady State sudah menurun. Dan overshoot sudah menurun dan terbilang sempurna.

### 3.3 Analisis Data

Pada tahap ini ada 3 hal yang perl di analisa yaitu perbandingan respon sistem pada saat diberi PID, tuning PID metode osilasi dan tuning PID dengan metode Trial and Error. Kemudian menganalisa perbedaan dari sistem yang diberi beban bervariasi dan diamati apakah kontrol PID sanggup mempertahankan kestabilan sistem ketika diberi bean yang berbeda-beda.

#### 3.3.1 Perbandingan Respon Sistem Tanpa PID, *Tuning* PID Metode Ziegler Nichols, dan *Tuning* PID Metode *Trial and Error*



Berdasarkan pengambilan dan proses pengujian data yang telah dilakukan sebelumnya dilakukan proses tuning untuk mendapatkan parameter PID yang sesuai dan menghasilkan respon sistem yang paling baik. Pada proses tuning dilakukan dengan 2 cara yaitu, tuning menggunakan metode osilasi dan tuning menggunakan metode trial and error, dan metode trial and error dilakukan sebanyak 3 kali percobaan.

Tuning tersebut mendapatkan hasil parameter PID yang ditunjukkan pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Tuning PID

Metode Tuning	Kp	Ki	Kd
Ziegler Nichols	3	12,5	0,18
Ziegler Nichols (Trial and Error 1)	4	13	0,2
Ziegler Nichols (Trial and Error 2)	8	17	0,6
Ziegler Nichols (Trial and Error 3)	14	22	0,6

Berdasarkan nilai parameter PID yang ditunjukkan pada tabel 3.1 telah diuji satu persatu dengan menerapkan nilai parameter tersebut untuk mengontrol sistem. Berdasarkan pengujian didapatkan hasil respon sistem yang bervariasi. Berikut adalah data perbandingan respon sistem dari tanpa PID, metode osilasi, dan trial and error yang ditunjukkan pada tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Perbandingan Metode

Metode	Rise Time	Overshoot	Error Steady State	Settling Time
Tanpa PID	0.1	3%	12%	-
Ziegler Nichols	1,3s	3%	9%	3,5s
Ziegler Nichols 1	1,3s	2%	3%	2,9s
Ziegler Nichols 2	1s	0,6%	2%	3,6s
Ziegler Nichols 3	0,8	0%	1,5%	1,7s

Berdasarkan data perbandingan respon sistem seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2 hasil parameter PID dengan cara Ziegler Nichols Trial and Error pada percobaan ke-3 menunjukkan respon sistem yang terbaik dibandingkan dengan Trial and Error ke-1 dan 2, dipercobaan ke-3 ini nilai rise time cukup cepat, nilai persentase overshoot paling rendah, persentase error steady state cukup baik, dan settling time paling cepat.

### 3. KESIMPULAN



Dari hasil penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem berjalan dengan baik dan alat dapat merespon *setpoint* yang diberikan dengan cepat dan stabil. Berikut adalah beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan sensor *Optocoupler* untuk membaca kecepatan putaran alat ini sudah mampu membaca kecepatan putaran dengan cukup baik, hasil rata-rata error yang dihasilkan adalah 0.0175% dan ini terbilang cukup rendah.
2. Hasil pengujian *Driver Motor DC* yang disetting dari 50 - 255 PWM, output yang dihasilkan cukup baik
3. Pengujian untuk menentukan nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  dengan metode Ziegler Nichols dengan hasil dari Rise Time, Overshoot, Error Steady State, Settling Time sudah terbilang cukup sempurna

#### 4. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung saya dan bapak dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu kepada saya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, Sukri, dkk. 2019. *Alat Peniris Minyak Otomatis Menggunakan Mikrokontroler*. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer, Riau.
- Hendry. Pulse Width Modulation (PWM).  
<https://www.elektronikahendry.com/2020/10/pulse-width-modulation-pwm.html>
- Nurdiansyah, Luki. 2019. *Implementasi Metode PID untuk Pengendalian Suhu pada Proses Pengeringan Kerupuk Ikan*. Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang.
- Permatasari, Delila Cahya. 2019. *Implementasi Metode PI untuk Pengaturan Suhu pada Proses Pengeringan Kelopak bunga Rosella*. Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang.
- Ramdhani, Agustami, dkk. 2016. *Uji Mutu Keripik Buah pada Alat Penggorengan Vacum*. Teknik Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Santoso, Dimas Suryo. 2019. *Instrumentasi Pengering Daun Sirsak untuk Obat Herbal menggunakan Sensor Loadcell dan Kontrol PID pada Suhu Ruangan*. Teknik Elektro, Universitas Jember.
- Sari, Sanny Andjar, dkk. 2013. *Perancangan Mesin Peniris Minyak untuk Peningkatan Kualitas Produk pada Sentra Industri Keripik Tempe Sanan Malang*. Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Sirait, Jantri. 2013. *Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Rambak dengan Kapasitas 30 Kg*. Balai Riset dan Standarisasi Industri, Samarinda
- Storr, Wayne. Triac MOC3021.  
<https://www.electronics-tutorials.ws/power/triac.html>
- Sugandi, Wahyu, dkk. 2018. *Analisa Teknik dan Uji Kerja Mesin Peniris Minyak (Spinner)*. Teknik Mesin Pertanian dan Biosistem, Universitas Padjadjaran
- Supriyono, Heru, dkk. 2015. *Rancang Bangun Alat Pengering Panili Otomatis berbasis Mikrokontroler*. Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Veranika, Rita Maria, dkk. 2018. *Perancangan dan pembuatan Alat Peniris Keripik Umbi-Umbian dengan Variasi Diameter Pulley*. Teknik Mesin, Universitas Tridianti Palembang.