

Pengendalian Kecepatan Putaran Motor AC pada Proses Penghalusan Bidang Kasar

Mila Fauziah¹, Supriatna Adhisuwignjo², Denda Dewatama³, Wirawan⁴

e-mail: mila.fauziah@polinema.ac.id, supriatna@polinema.ac.id,
denda.dewatama@polinema.ac.id, wirawan@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

⁴Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 6 Juni 2024

Direvisi 20 Agustus 2024

Diterbitkan 30 September 2024

Kata kunci:

Bonggol jagung

Kontrol PI

Motor AC

Keywords:

Corn cob

PI control

AC motor

ABSTRAK

Proses penghalusan media dengan permukaan kasar secara manual sering kali kurang efektif, baik dari segi waktu maupun hasil yang presisi, akibat kecepatan putaran motor yang tidak terkendali. Untuk mengatasi hal ini, dikembangkan alat penghalus permukaan bidang kasar dengan sistem kontrol PI untuk pengaturan kecepatan motor AC 1 fasa. Sistem ini menggunakan Arduino UNO sebagai pengendali sudut motor servo, yang mengatur driver melalui potensiometer berdasarkan nilai setpoint dan sensor optocoupler sebagai pembaca kecepatan motor. Berdasarkan pengujian dengan menggunakan media yang dihaluskan berupa bonggol jagung untuk mewakili bidang dengan permukaan kasar, kontrol PI dengan parameter $K_p = 0,405$ dan $K_i = 0,1215$, mampu menghasilkan *error steady state* maksimal sebesar 3,14% dan minimal 0,14% pada setpoint kecepatan putaran motor sebesar 1400 RPM. Sistem ini terbukti meningkatkan stabilitas kecepatan dan efisiensi waktu dalam proses penghalusan bidang dengan permukaan kasar.

ABSTRACT

The process of manually smoothing media with rough surfaces is often less effective, both in terms of time and precision results, due to uncontrolled motor rotation speed. To overcome this, the aim of this research is to develop a rough surface smoothing tool with a PI control system for 1 phase AC motor speed regulation. This system uses Arduino UNO as a servo motor angle controller, which regulates the driver through a potentiometer based on the setpoint value and an optocoupler sensor as a motor speed reader. Based on testing using smoothed media in the form of corn cobs to represent a field with a rough surface, PI control with parameters $K_p = 0.405$ and $K_i = 0.1215$, is able to produce a maximum steady state error of 3.14% and a minimum of 0.14% at a motor rotation speed setpoint of 1400 RPM. The system is proven to improve speed stability and time efficiency in the process of smoothing rough surfaces.

Penulis Korespondensi:

Mila Fauziah,

Jurusan Teknik Elektro,

Politeknik Negeri Malang,

Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia, Kode 65145.

Email: mila.fauziah@polinema.ac.id

Nomor HP/WA aktif: +62 812 321 0068



1. PENDAHULUAN

Penghalusan bidang dengan permukaan kasar sangat dibutuhkan dalam industry kerajinan. Proses penghalusan biasanya dilakukan secara manual dengan menggunakan mesin gerinda yang digerakkan oleh motor AC. Hal ini berlangsung lama dan menghasilkan produk luaran yang tidak sama atau standar. Untuk menghasilkan hasil penghalusan yang sama atau standar, kecepatan putaran motor AC sebagai motor penggerak dalam proses penghalusan bidang kasar tersebut seyogyanya kontinyu dan konstan atau stabil. Tantangan utama dalam proses penghalusan bidang dengan permukaan kasar adalah menjaga kestabilan kecepatan putaran motor AC, yang rentan menurun saat terjadi perubahan beban. Oleh karena itu, pengembangan alat penghalus berbasis kontrol PI menjadi solusi untuk meningkatkan stabilitas kecepatan motor dan mempercepat waktu pemrosesan [1][2].

Pada motor AC 1 fasa menggunakan motor dengan spesifikasi tegangan AC 220V dengan daya 0,75kW dan berkerja pada kecepatan maksimal 1500 Rpm. Sistem kerja motor pada alat penghalus bidang kasar tersebut yaitu dengan cara menggerakkan rol besi yang sudah dilapisi amplas pada bagian tengah sisi besi, yang mana besi tersebut dihubungkan dengan pulley motor menggunakan belt. Sehingga rol penghalus dapat berputar sesuai dengan putaran kecepatan motor.

Sistem ini tertanam pada IC mikrokontroler yang dikemas dalam bentuk modul Arduino Uno. Modul tersebut digunakan sebagai perangkat utama penerapan metode PI yang terhubung dengan input sensor optocoupler yang mana sensor tersebut digunakan sebagai proses untuk membaca kecepatan pada putaran motor AC 1 fasa. Selanjutnya, dari hasil pembacaan sensor akan dikirimkan kedalam modul Arduino Uno dengan keluaran sensor berupa sinyal high dan low. Dari sinyal tersebut mikrokontroler melakukan proses perhitungan menggunakan metode PI, dan kemudian hasil perhitungan tersebut mikrokontroler mengeluarkan output berupa sinyal PWM (Pulse Width Modulation) yang terhubung pada pin input servo yang mana servo tersebut digunakan sebagai pengatur tegangan pada komponen potensiometer yang ada pada modul driver. Selanjutnya, modul driver mengeluarkan output berupa tegangan AC yang terhubung dengan motor AC 1 fasa sebagai penggerak rol besi penghalus bonggol jagung. Sehingga dari sistem proses tersebut putaran motor AC 1 fasa dapat dikontrol dengan kecepatan yang lebih stabil sesuai dengan Rpm yang diinginkan. Berdasarkan permasalahan tersebut, harapannya pada sistem kerja alat dengan menggunakan metode kontrol PI dapat mempertahankan kestabilan motor pada mesin penghalus bidang kasar. [3][4][5][10][11]

2. METODE PENELITIAN

2.1. Desain Alat

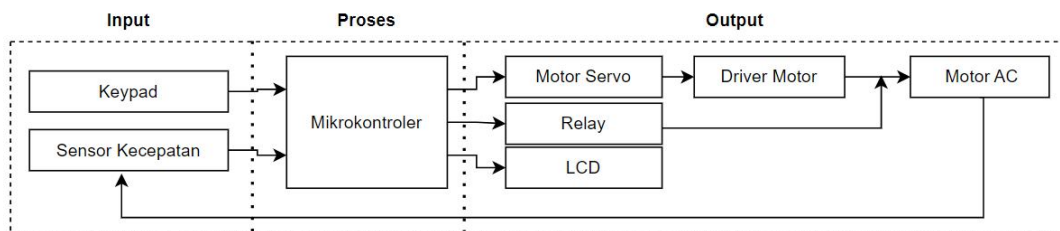
Alat penghalus bidang kasar bekerja dengan menghaluskan permukaan bidang tersebut hingga halus. Dalam penelitian ini media yang akan dihaluskan digunakan bonggol jagung. Bonggol jagung memiliki bentuk tabung dengan permukaan kasar. Sistem ini akan menghaluskan permukaan dari bonggol tersebut hingga halus dan diperoleh bentuk serupa batang (bonggol) yang berbentuk tabung yang halus. Sistem diaktifkan dengan menghubungkan kabel power ke sumber 220VAC dan menekan tombol switch ON. Bonggol jagung dimasukkan ke alat, kemudian nilai setpoint kecepatan motor (1400 RPM) diatur melalui menu LCD dengan menekan tombol A dan B pada keypad. Sistem kontrol PI menstabilkan kecepatan motor melalui pengaturan sudut motor servo yang mengontrol driver dimmer. Informasi kecepatan motor ditampilkan secara real-time pada LCD. Motor dapat dihentikan dengan menekan tombol #, dan sistem dimatikan dengan tombol switch OFF.

Untuk mendapatkan bangun berbentuk tabung sempurna yang halus dari bahan bonggol jagung tersebut, didesain alat dengan spesifikasi sebagai berikut.

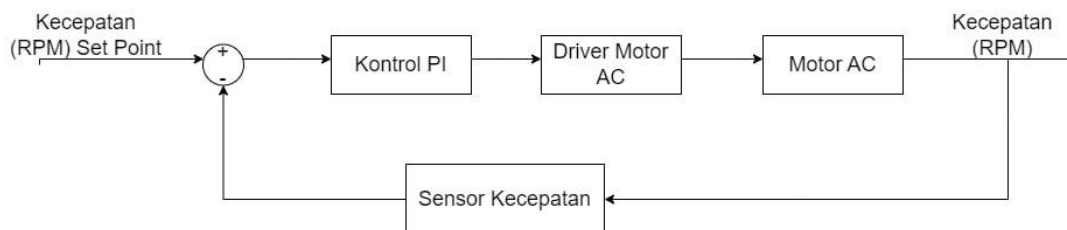


- Panjang : 55cm
- Lebar : 45cm
- Tinggi : 150cm
- Bahan : besi
- Motor : Motor AC 1 Fasa, 750w, 220VAC, 50Hz
- Kecepatan : 1500 Rpm

Berdasarkan prinsip kerja dan spesifikasi dari alat penghalus bidang kasar ini didesain sitem pengendalian kecepatan putaran motor AC seperti dalam Gambar 1 dan 2 berikut ini,



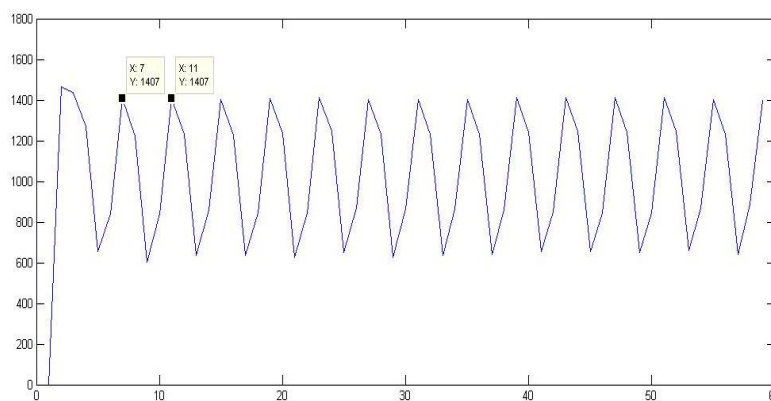
Gambar 1. Blok Diagram Hardware Sistem Pengendalian Kecepatan Putaran Motor AC



Gambar 2. Blok Diagram Control Sistem Pengendalian Kecepatan Putaran Motor AC

2.2. Setting Parameter PI

Perancangan kontrol PI menggunakan metode osilasi Ziegler-Nichols untuk menentukan nilai K_p dan K_i . Parameter PI didasarkan pada dua konstanta uji K_{cr} dan P_{cr} . Metode ini menggunakan kontrol PI. Kontroler Proporsional memiliki keluaran yang sebanding dengan besarnya sinyal kesalahan. Metode ini diawali dengan mendapatkan gambar grafik karakteristik motor AC yang akan dikendalikan kecepatannya, Gambar 3 adalah grafik karakteristik motor AC.



Gambar 3. Grafik Karakteristik Motor AC



Setelah mendapatkan grafik respon karakteristik motor AC seperti Gambar 3, selanjutnya dilakukan perhitungan osilasi Ziegler-Nichols. Untuk mengetahui nilai dari Kp dan Ki dapat menggunakan perhitungan sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Metode Osilasi Ziegler-Nichols

Tipe Kontroler	Kp	Ti	Td
P	0.5Kcr	∞	0
PI	0.45Kcr	1/1.2 Pcr	0

(Ogata, 1997)

Dari hasil percobaan di atas dengan nilai Kcr=0.9 mendapatkan respon sinyal osilasi. Dengan didapatkannya nilai Kcr, maka dapat menentukan perhitungan nilai Pcr. Nilai Pcr dapat dihitung dari grafik karakteristik pada Gambar 3.

$$\begin{aligned} Pcr &= t_u - t_i \\ Pcr &= 11 - 7 \\ Pcr &= 4 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai Pcr, selanjutnya adalah menentukan nilai Kp dan Ki dapat dihitung menggunakan rumus yang ditunjukkan pada tabel 3.6

$$\begin{aligned} Kp &= 0,45 \times Kcr \\ Kp &= 0,45 \times 0,9 \\ Kp &= 0,405 \end{aligned}$$

Nilai Kp telah didapatkan, berikutnya adalah menentukan nilai Ti dan Ki dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Ti &= 1/1,2 \times Pcr \\ Ti &= 1/1,2 \times 4 \\ Ti &= 3,333 \end{aligned}$$

Mencari nilai Ki dengan rumus:

$$\begin{aligned} Ki &= Kp/Ti \\ Ki &= 0,405/3,333 \\ Ki &= 0,1215 \end{aligned}$$

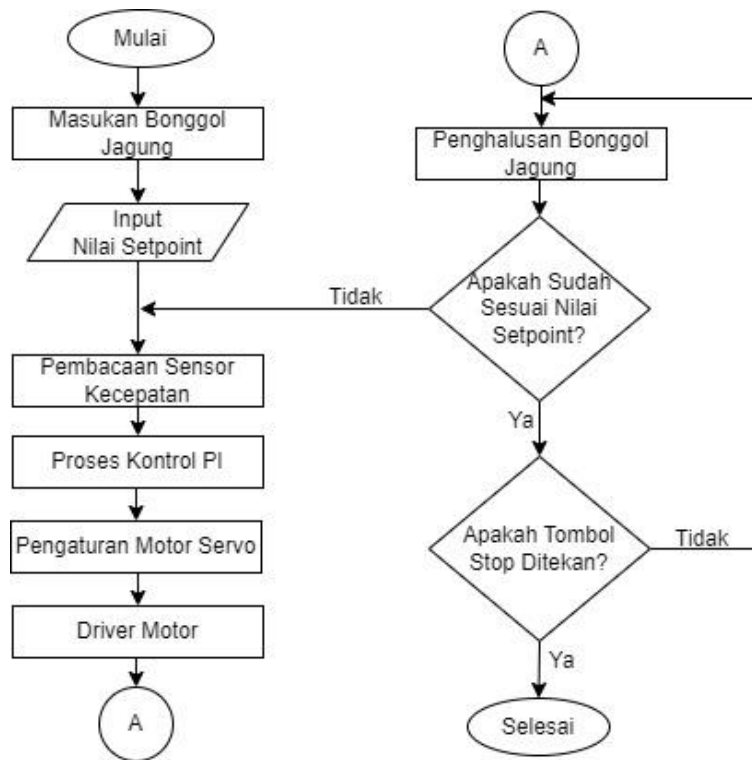
Keterangan :

Kcr = Konstanta critical

Pcr = Periode critical

Setelah nilai Kp dan Ki diperoleh, kedua nilai ini dimasukkan kembali ke dalam program, dengan flowchart sistem didesain seperti dalam Gambar 4. Tampilan grafik digunakan untuk melihat apakah respon yang diperoleh sesuai dan apakah sistem dapat stabil.





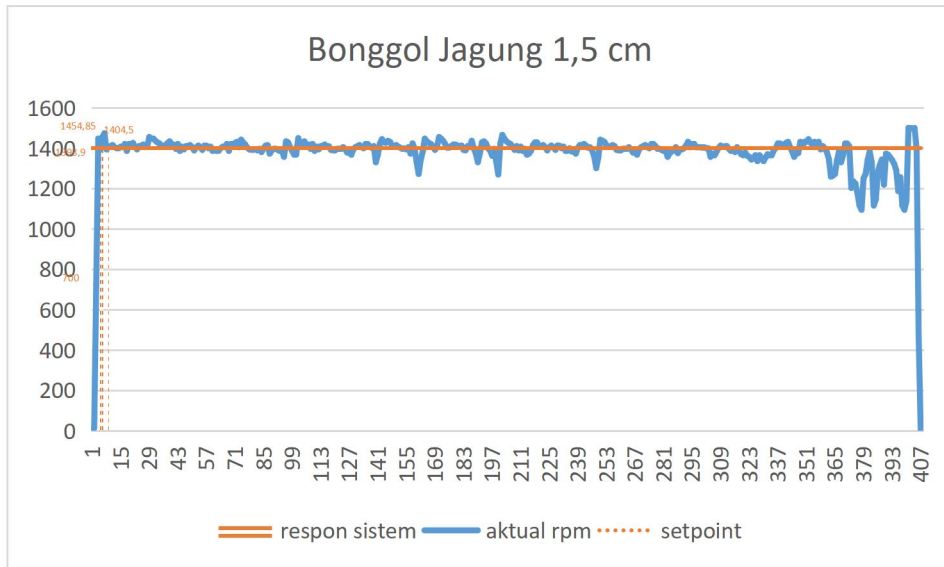
Gambar 4. Flowchart Perancangan Software

Flowchart perancangan software pada Gambar 4 ini sudah menggunakan Sistem kontrol PI yang tertanam pada Arduino, sistem kontrol ini digunakan untuk mengontrol putaran sudut servo yang mengubah nilai resistansi dari potensiometer driver dimmer. Dari perubahan nilai resistansi tersebut driver dimmer mengeluarkan tegangan output yang terhubung pada motor induksi 1 fasa, sehingga motor induksi 1 fasa dapat berputar sesuai dengan kecepatan stabil yang diinginkan. Pada perancangan ini menggunakan software Arduino IDE, dengan adanya software tersebut pengguna dapat membuat sistem pada alat sesuai dengan yang diinginkan.

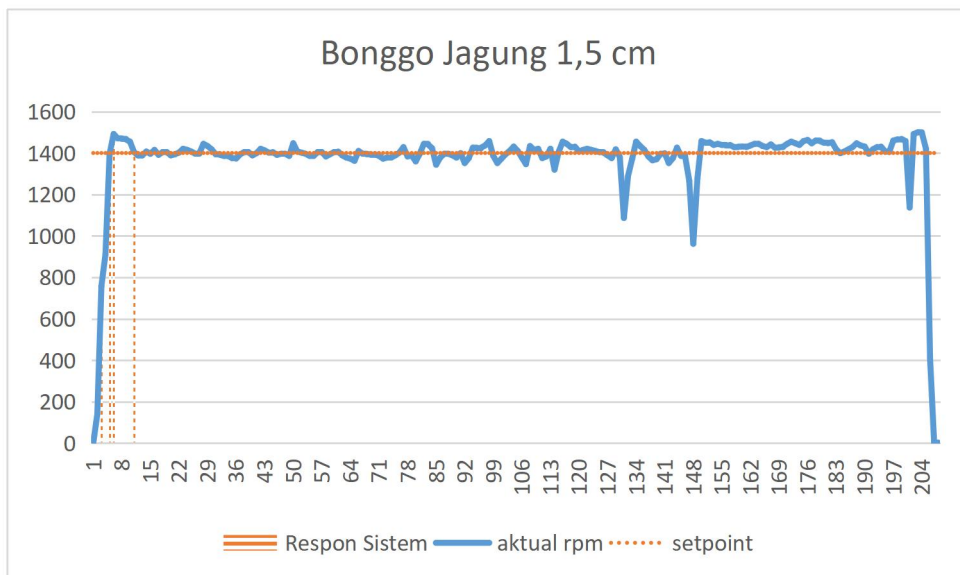
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap sistem secara real time, menggunakan bahan baku bonggol jagung dengan diameter awal 2,2cm dan 2,0cm dengan kecepatan putaran motor 1400rpm dan setting parameter $K_p=0,405$, $K_i=0,1215$. Sistem mampu menghaluskan bonggol jagung tersebut sehingga diperoleh diameter akhir 1,5cm. Hasil pengujian digambarkan dalam grafik respon sistem dari proses penghalusan tersebut, seperti dalam Gambar 5 dan Gambar 6 serta Tabel 2 di bawah ini.





Gambar 5. Grafik dengan setpoint 1400 Rpm dengan ukuran 1,5cm



Gambar 6. Grafik dengan setpoint 1400 Rpm dengan ukuran 1,5cm

Setelah melakukan pengujian pada setpoint yang sama dengan nilai 1400 RPM, didapatkan hasil respon sistem yang dicatat pada Tabel 2.



Tabel 2. Hasil Pengujian Kontrol PI

Diameter Awal(cm)	Diameter Akhir(cm)	Delay Time	Rise Time	Peak Time	Settling Time	Error Steady State	Maksimum Overshoot
2,2	1,5	2s	4s	5s	9s	0,5%	3,8%
2,0	1,5	3s	5s	6s	11s	0,35%	6,5%

Berdasarkan hasil pengujian kontrol PI dari penghalusan bonggol jagung pada Tabel 2 menggunakan setpoint 1400 RPM dan $K_p=0,405$, $K_i=0,1215$ didapati mula-mula bonggol jagung dengan diameter 22mm (2,2cm) ditunjukkan pada Tabel 2 didapati hasil dari proses penghalusan tersebut yaitu dengan ukuran sebesar 15mm (1,5cm) dengan waktu yang ditunjukkan pada Gambar 6 yaitu selama 406 detik (6,7 menit). Kemudian dilakukan pengujian dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 4 dengan diameter bonggol jagung yang sama yaitu 20mm (2 cm) didapati hasil dari proses penghalusan tersebut yaitu dengan ukuran sebesar 15mm (1,5cm) dengan waktu yang ditunjukkan pada Gambar 6 yaitu selama 201 detik (3,35 menit). Sementara itu hasil proses penghalusan ditunjukkan dalam gambar di dalam Tabel 5 dan Tabel 6 berikut,

Tabel 5. Bonggol jagung dengan diameter awal 2,2cm menjadi 1,5cm

Sebelum Dihaluskan		
Sesudah Dihaluskan		

Tabel 6. Bonggol jagung dengan diameter awal 2,0cm menjadi 1,5cm

Sebelum Dihaluskan		
--------------------	---	--



Sesudah
Dihaluskan



4. KESIMPULAN

Hasil perancangan dan pengujian menunjukkan bahwa sistem penghalus bonggol jagung berbasis kontrol PI dengan parameter $K_p = 0,405$ dan $K_i = 0,1215$ bekerja dengan baik pada setpoint 1400 RPM, menghasilkan bonggol jagung yang lebih halus. Penggunaan modul dimmer sebagai driver mampu mengontrol kecepatan motor AC 1 fasa hingga 1400–1500 RPM, meskipun memiliki keterbatasan untuk rentang kecepatan yang lebih luas. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan menggunakan driver dan sensor yang lebih presisi serta desain mekanik yang lebih optimal untuk meningkatkan performa dan hasil akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fauzi, R., Happpyanto, D. C., & Sulistijono, I. A. (2014). Pengembangan Pi Controller Sebagai Kendali Respon Cepat Pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Indirect Field Oriented Control (Ifoc). Simposium Nasional Rapi Xiii -Ft Ums.
- [2] Khasanah, U., Supari, & Heranurweni, S. (2017). Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3phasa Dengan Direct Torque Control Menggunakan Matlab. *Elektrikal*, Vol. 09 No.1.
- [3] Alam, S., & Ronaldi. (2019). Rancang Bangun Pendeteksi Kecepatan Motor Induksi Dengan Menggunakan Rotary Encoder Dan Mikrokontroler.
- [4] Anthony, Z., Erhaneli, Ismail, F., & Kurniawan, F. (2019). Sistem Kendali Arus Kumparan Motor Induksi 1 Fasa Dengan Menggunakan Arduino. *Jurnal Teknik Elektro Itp*, Vol. 8, No. 2, 5.
- [5] Fauziyah, M., Dewatama, D., & Atisobhita, M. (2017). Implementasi Kontrol Pi Pada Pengaturan Kecepatan Motor Dc. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017*, 217-221.
- [6] Hameed, A. A., Sultan, A. J., & Bonneya, M. F. (2020). Design And Implementation A New Real Time Overcurrent Relay Based On Arduino. *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 11.
- [7] Hardiyanti, N., Patma, T. S., & Priyadi, B. (2018). Implementasi Metode Pid Sebagai Pengotrol Kecepatan Putar Motor Pada Alat Pengaduk Sirup Mangga. *Jurnal Elkolind*, 44-51.
- [8] Ogata, K. (1997). *Teknik Kontrol Automatik Jilid 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [9] Putra, A. R., Novianta, St., Mt, M., & Priyambodo, St., Mt, S. (2015). Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Ac 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dengan Penampil Lcd016l. *Jurnal Elektrikal*, Volume 2 No. 2.
- [10] Putranto, P. P., Sungkono, & Budi, E. S. (2016). Implementasi Metode Pi (Proportional Integral) Pada Pengaturan Kecepatan Crusher Motor Dalam Proses Ekstraksi Buah Apel. *Jurnal Elkolind*, 9.
- [11] Sofiah, & Apriani, Y. (2019). Pengaturan Kecepatan Motor Ac Sebagai Aerator Untuk Budidaya Tambak Udang Dengan Menggunakan Solar Cell. *Jurnal Ampere Vol 4 No 1*.
- [12] Yuniarti, E., Sofiah, Saputra, A., Pani, A., & Muhammad, M. (2021). Performa Motor Induksi Satu Fasa Sebagai Penggerak Mesin Pengereng. *Jurnal Tekno Vol. 18, No : 2, 10*.

