

**SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR DC UNTUK ALAT PEMERAS MADU MENGGUNAKAN METODE PID****Fadhil Ekadipa<sup>1</sup>, Beauty Anggraheny Ikawanty<sup>2</sup>, Mohammad Luqman<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesiae-mail: [fadhilekadipa18@gmail.com](mailto:fadhilekadipa18@gmail.com), [beauty.anggraheny@polinema.ac.id](mailto:beauty.anggraheny@polinema.ac.id), [mohluqmanpolinema@gmail.com](mailto:mohluqmanpolinema@gmail.com)**Abstract (English)**

*In producing honey, an important step is extraction. Traditionally, honey extraction is done manually by squeezing it by hand so that the squeezed hive cannot be reused. Along with the development of technology, a honey extractor was created. This tool consists of a basket that can fit several honeycombs, then a rotary system that rotates the honeycomb separating the honey from the hive. However, because the rotation is done manually, the resulting rotation becomes unstable and results in damage to the honeycomb until the death of the larvae. Therefore, in this thesis, an automatic honey extractor is designed in which the rotation of the extractor will be rotated using a motor. The PID control system in this tool controls the motor speed at a setpoint of 50 rpm. From the test results, it is found that the control system can maintain the speed at the setpoint well. The system has a steady state error of 1.4% and a maximum overshoot of 8%. After testing on the object, the control system that has been designed can keep the larvae alive and can extract honey more effectively when compared to tools that are rotated manually.*

**Article History**

Submitted: 9 June 2024

Accepted: 18 June 2024

Published: 19 June 2024

**Key Words**

Honey, Honey Extractor, Proportional Derivative Integral

**Abstrak (Indonesia)**

Dalam memproduksi madu terdapat suatu tahapan yang penting yaitu ekstraksi. Secara tradisional, ekstraksi madu dilakukan secara manual dengan memerasnya menggunakan tangan sehingga sarang yang sudah diperas tidak dapat dimanfaatkan kembali. Seiring dengan berkembangnya teknologi terciptalah alat ekstraktor madu. Alat ini terdiri dari keranjang yang dapat memuat beberapa sarang lebah, kemudian sistem putar yang memutar sarang lebah memisahkan madu dari sarang.. Namun karena putaran dilakukan secara manual, putaran yang dihasilkan menjadi tidak stabil dan mengakibatkan kerusakan sarang madu hingga kematian larva. Oleh karena itu pada skripsi ini dirancang alat ekstraktor madu otomatis yang putaran pada alat ekstraktor akan diputar menggunakan motor. Sistem kendali PID pada alat ini mengontrol kecepatan motor pada setpoint 50 rpm. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa sistem kontrol dapat mempertahankan kecepatan pada setpoint dengan baik. Sistem memiliki error steady state sebesar 1,4 % dan maximum overshoot sebesar 8 %. Setelah dilakukan pengujian pada objek sistem kontrol yang telah dirancang dapat menjaga larva tetap hidup dan dapat mengekstraksi madu lebih efektif jika dibandingkan dengan alat yang diputar secara manual.

**Sejarah Artikel**

Submitted: 9 June 2024

Accepted: 18 June 2024

Published: 19 June 2024

**Kata Kunci**

Madu, Ekstraktor Madu, Proportional Derivative Integral

**1. PENDAHULUAN**

Madu merupakan keanekaragaman hayati yang sangat berharga dan telah dikonsumsi oleh manusia selama ribuan tahun. Madu merupakan cairan atau zat manis yang dihasilkan oleh lebah dengan cara pengumpulan nektar dari sari bunga yang kemudian diolah di dalam sarang lebah[1]. Dalam memproduksi madu terdapat suatu proses / tahapan yang penting yaitu ekstraksi, yang mana madu dikumpulkan dari sarang lebah untuk kemudian dikeluarkan dari sarang tersebut dan dikemas. Lalu madu akan didistribusikan kepada konsumen. Jika dilakukan dengan cara tradisional, ekstraksi madu dilakukan dengan cara memerasnya menggunakan

tangan atau alat-alat sederhana sehingga sarang yang sudah diperas tidak dapat dimanfaatkan kembali[2]. Kemudian proses ini cenderung memakan waktu yang lama dan meninggalkan ampas sarang [3]. Seiring dengan berkembangnya teknologi terciptalah alat ekstraktor madu. Alat ini biasanya terdiri dari keranjang atau tempat yang dapat memuat beberapa sarang lebah, kemudian sistem putar yang memutar sarang lebah untuk memisahkan madu dari sarang, kemudian madu yang terpisah dengan sarangnya akan tertampung pada alat ekstraktor ini[4]. Namun pada alat ini masih ditemukan beberapa kekurangan. Dikarenakan putaran dilakukan secara manual, putaran yang dihasilkan tidak stabil dan dapat mengakibatkan beberapa masalah diantaranya kerusakan sarang madu, madu yang dikeluarkan tidak maksimal, kematian larva.

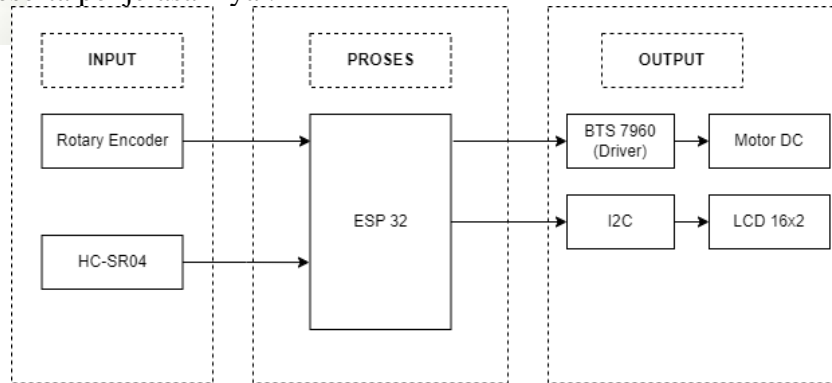
Untuk mengatasi tantangan ini dikembangkan ekstraktor madu otomatis. Ekstraktor madu otomatis adalah sebuah mesin yang dirancang khusus untuk mengambil madu dari sarang lebah secara efisien dan dengan sedikit intervensi manusia. Terdapat beberapa kelebihan jika menggunakan ekstraktor madu otomatis yaitu mesin ini dapat mengeluarkan madu dengan cepat sehingga dapat mengurangi waktu dalam proses ekstraksi dan juga tidak memerlukan banyak tenaga dalam proses ekstraksi. Hal ini memungkinkan peternak lebah untuk meningkatkan produksi madu mereka secara signifikan. dilakukan secara manual. Dengan sistem kendali yang tepat, mesin ini dapat mengurangi risiko kerusakan sarang lebah, kematian larva dan kontaminasi yang mungkin terjadi saat proses ekstraksi. Untuk mengontrol kecepatan motor yang akan digunakan diperlukan sebuah sistem kontrol yang dapat mengendalikan kecepatan motor secara stabil. Sistem kontrol yang digunakan pada skripsi ini adalah sistem kendali PID yang dapat beradaptasi ketika terjadi perubahan beban dalam proses ekstraksi. Pengontrolan kecepatan diperlukan karena dalam proses ekstraksi akan terjadi perubahan beban.

Kecepatan Motor DC diatur berdasarkan besar tegangan yang diterima[5]. Semakin besar tegangan yang diterima maka kecepatan motor akan semakin cepat. pada alat ini proses keluarnya madu dipengaruhi oleh besar gaya sentrifugal yang terjadi saat proses ekstraksi yang mana besar gaya ini berbanding lurus dengan kecepatan motor. Semakin besar tegangan yang diterima oleh Motor DC, Semakin cepat kecepatan Motor DC semakin besar juga Gaya Sentrifugal yang dihasilkan dari alat tersebut[6]. Motor DC juga mempunyai kekurangan yaitu pada saat putaran awal, yang menyebabkan tingginya overshoot yang dihasilkan. Untuk itu dibutuhkan sistem kontrol yang dapat mencapai setpoint yang diinginkan, menghasilkan overshoot yang kecil dan rise time yang cepat [7]. Kontrol PID mempunyai kelebihan – kelebihan tertentu untuk mengatur putaran motor yaitu kontrol proporsional mempunyai kelebihan risetime yang cepat, kontrol integral mempunyai kelebihan untuk memperkecil error , dan kontrol derivative mempunyai kelebihan untuk meredam overshoot / undershoot. Untuk itu agar dapat menghasilkan output dengan risetime yang tinggi dan error yang kecil kita dapat menggabungkan ketiga kontrol tersebut

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Blok Diagram

Alat ini terdiri dari beberapa komponen elektronik. Berikut merupakan blok diagram dari alat ini beserta penjelasannya :

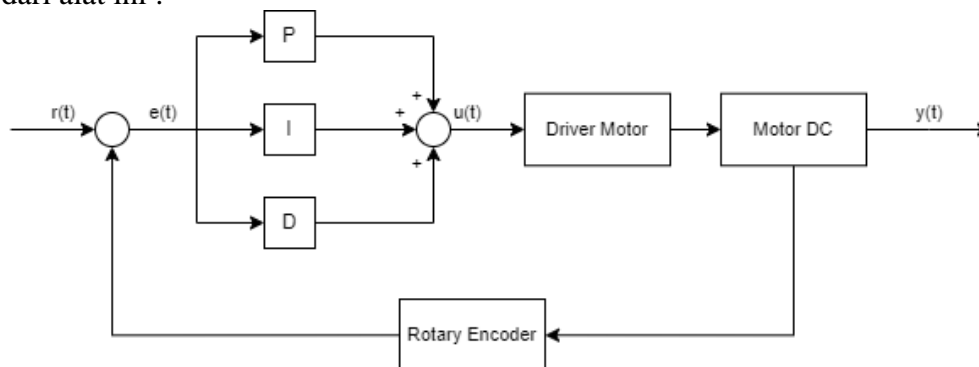


Gambar 1 : Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 1 Blok diagram dibagi menjadi 3 bagian yaitu input , proses dan output. Terdapat 2 perangkat input pada alat ini yaitu rotary encoder dan HC-SR04. Rotary Encoder Merupakan perangkat input yang berfungsi sebagai feedback yang memberikan data kecepatan motor ke ESP 32. Sensor ini akan membandingkan kecepatan motor dengan set poin yang telah di tetapkan. Kemudian controller PID akan menentukan kecepatan motor sesuai dengan hasil error perbandingan antara pembacaan kecepatan motor pada sensor dan setpoint. Terdapat sensor ultrasonic (HC-SR04) yang berfungsi untuk mengetahui berapa banyak madu yang telah keluar dari sarang. Terdapat ESP 32 sebagai perangkat pemroses yang berfungsi untuk mengontrol output dan memproses sinyal feedback yang diberikan oleh rotary encoder dan memproses nilai PID dan set point yang telah ditentukan. Terdapat 2 perangkat output pada alat ini yaitu LCD 16x2 dan Motor DC. LCD 16x2 pada alat ini akan menggunakan modul I2C yang akan menghubungkan LCD 16x2 dengan Arduino melalui pin SDA dan SCL. Pada alat ini menggunakan driver motor BTS7960 yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor DC dengan cara membaca sinyal PWM yang diberikan pada ESP 32. Motor DC digunakan sebagai penggerak dari ekstaktor madu. Kecepatan pada motor dc akan dikendalikan menggunakan sistem kontrol PID untuk membuat kecepatan motor stabil pada setpoint yang ditentukan meski massa dari beban berubah.

### 2.2 Blok Diagram Kontrol

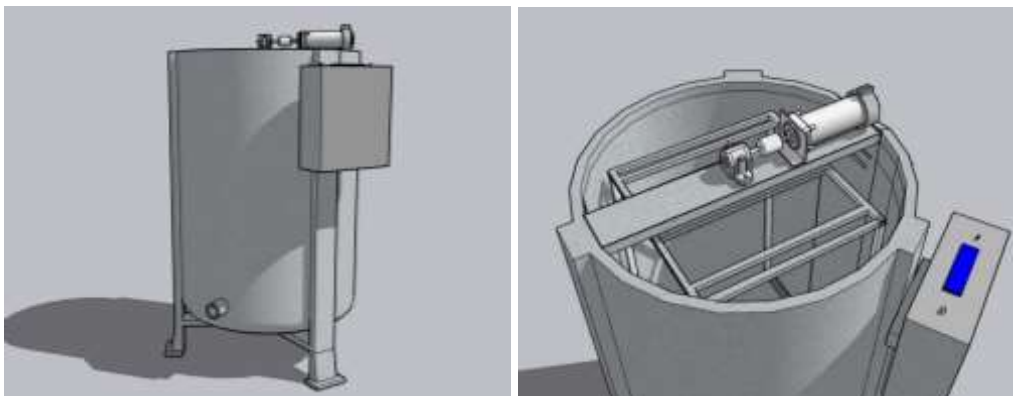
Blok diagram ini menjelaskan tentang perancangan sistem kontrol PID dari sistem kendali PID pengatur kecepatan motor dc pada alat pemeras madu. Berikut ini blok diagram kontrol dari alat ini :



Gambar 2 : Blok Diagram Kontrol

Masukan pada sistem tersebut merupakan Setpoint (SP) berupa nilai yang akan di proses oleh kontroler PID yang terprogram pada Mikrokontroler. Pin output PWM pada Mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal PWM yang akan diproses oleh driver motor DC. Kecepatan dari Motor DC akan ditentukan oleh driver Motor DC berdasarkan besar PWM yang dikeluarkan oleh Mikrokontroler[8]. Driver akan mengeluarkan tegangan sesuai dengan besar nilai PWM. Motor DC akan berputar yang kecepatannya sesuai dengan besar tegangan yang dikeluarkan oleh output driver motor. Kemudian sensor kecepatan (rotary encoder) akan membaca kecepatan motor dalam satuan RPM yang akan digunakan sebagai feedback dari sistem kendali PID. Kemudian mikrokontroler akan memproses hasil dari feedback sensor dengan cara membandingkan berapa besar selisih dari set poin dan feedback (error).

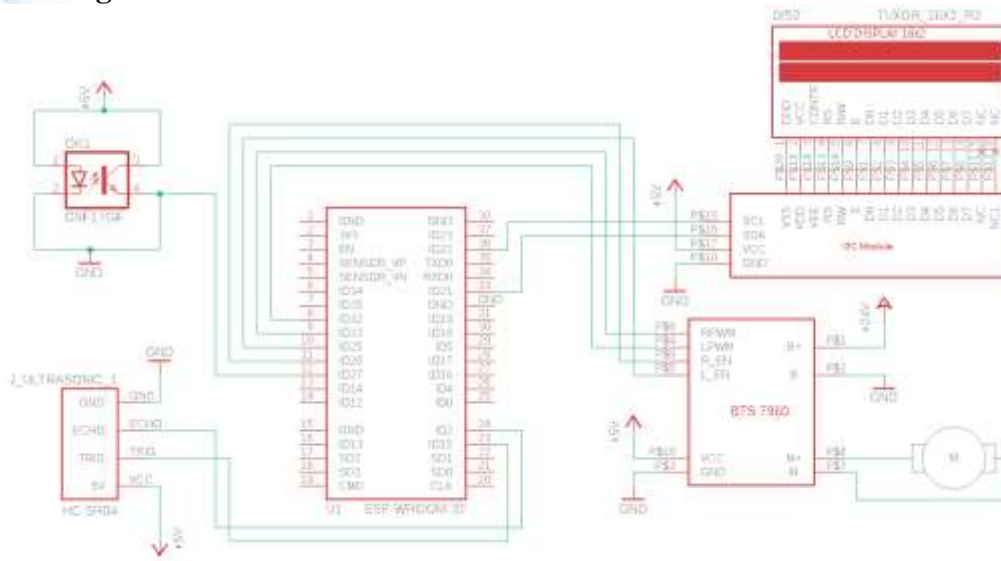
### 2.3 Perancangan Mekanik



Gambar 3 : Desain Mekanik Alat

Pada perancangan mekanik ini akan menjelaskan perihal spesifikasi yang digunakan dalam alat ini. Alat ini memiliki tinggi sebesar 70 cm dan lebar 40 cm. alat ini dapat menampung sebanyak 2 sarang madu dan bahan yang digunakan pada alat ini adalah stainless steel. dapat diketahui bahwa terdapat Motor PG-36 yang berfungsi sebagai output. Motor PG-36 menjadi penggerak yang memutar alat. Pada Motor PG-36 sudah terdapat rotary encoder yang berfungsi sebagai sensor input yang dapat membaca kecepatan putar dari motor. Kemudian terdapat box panel yang berisi segala komponen elektronik yang diperlukan oleh alat ini. Pada box panel terdapat rotary encoder dan toggle switch yang berfungsi sebagai perangkat input dan terdapat LCD 16x2 yang berfungsi sebagai interface. Rotary encoder dapat berfungsi untuk merubah atau memilih menu yang ingin ditampilkan. Rotary encoder juga dapat berfungsi untuk merubah nilai setpoint sesuai dengan yang diinginkan. LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan menu dan juga berfungsi untuk memonitoring sensor yang ada.

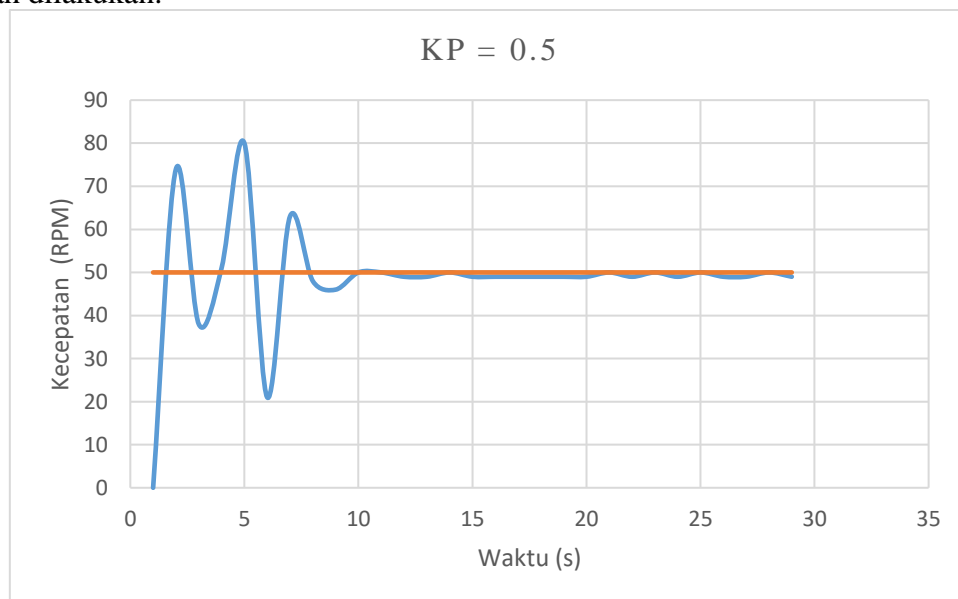
## 2.4 Perancangan Elektrik



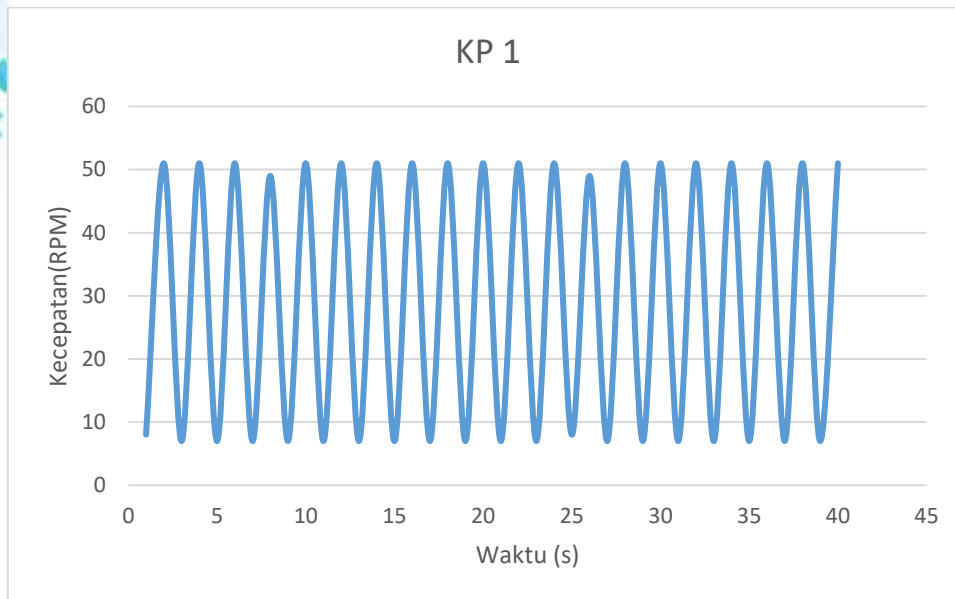
Gambar 3 : Desain Elektrik

## 2.5 Perancangan Sistem Kontrol PID

Sistem kontrol dengan metode PID (Proportional Integral Derivative) adalah metode kontrol untuk mengoreksi error suatu sistem menggunakan umpan balik pada sistem tersebut[9]. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam proses *tunning* kontroler PID seperti *self-tunning*, *Ziegler-Nichols* dan metode kecerdasan buatan[10]. Untuk melakukan tuning parameter PID pada penelitian ini menggunakan metode ziegler-nichols tipe 2 yang merupakan sistem *closed loop*. Sebelum menentukan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  perlu diketahui berapa nilai  $K_u$  dan  $T_u$ . Untuk mengetahui nilai  $K_u$  dan  $T_u$  dilakukan dengan cara memperbesar nilai  $K_p$  hingga mendapatkan respon osilasi yang stabil. Nilai  $K_p$  dengan respon osilasi yang stabil merupakan nilai  $K_u$ . Berikut merupakan grafik respon sistem dari percobaan yang telah dilakukan.



Gambar 4 : Grafik Respon dengan  $K_p=0.5$

Gambar 5 : Grafik Respon dengan  $K_p= 1$ 

Dari grafik respon diatas didapatkan dapat nilai  $K_p$  yang menghasilkan respon osilasi yang stabil adalah dengan nilai  $K_p = 1$  sehingga didapatkan nilai  $K_u = 1$  dan nilai  $T_u = 4$ . nilai  $T_u$  tersebut didapatkan dari perhitungan berikut :

$Time\ sampling = 1000\ ms$

Maka :

$T_u = 4 \times Time\ Sampling = 4 \times 1000 = 4000\ ms = 4\ s$

Nilai  $K_u$  dan  $T_u$  ini digunakan untuk menentukan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  menggunakan rumus ziegler Nichols. Berikut merupakan perhitungan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  dibawah ini :

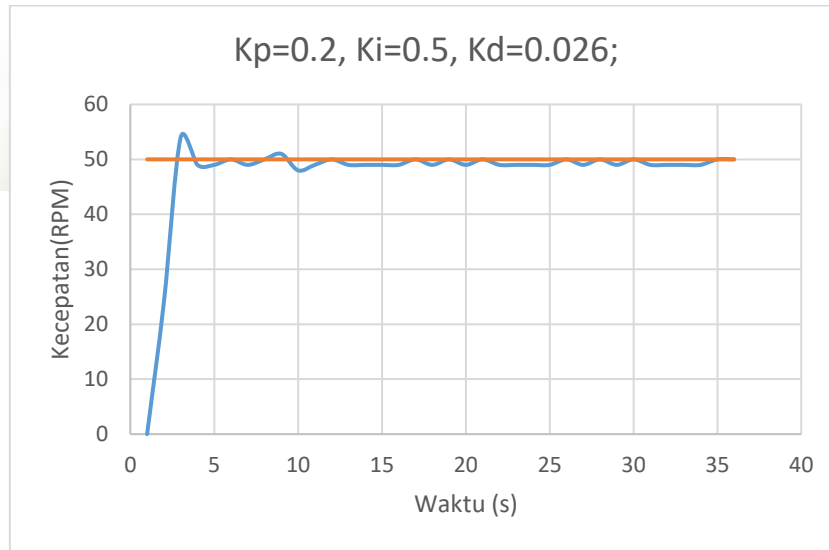
$$K_p = 0,2 \times K_u = 0,2 \times 1 = 0,2 \quad (1)$$

$$T_i = \frac{T_u}{2} = \frac{4}{2} = 2 \quad (2)$$

$$K_i = \frac{K_u}{T_i} = \frac{1}{2} = 0,5 \quad (3)$$

$$K_d = \left(\frac{1}{15}\right) \times \frac{K_u}{T_u} = \left(\frac{1}{15}\right) \times \frac{1}{4} = 0,016 \quad (4)$$

Dengan menggunakan parameter  $K_p= 0.2$ ,  $K_i = 1.5$ ,  $K_d = 0.016$  menghasilkan grafik pada seperti Gambar 3.12. Dengan parameter diatas menghasilkan output yang lebih baik dari parameter sebelumnya. Dapat dilihat bahwa parameter diatas menghasilkan time settling yang lebih cepat dan menghasilkan error steady state yang lebih baik. Namun parameter diatas masih menghasilkan maksimum overshoot sebesar 27 %.



Gambar 6 : Grafik Respon dengan  $K_p= 0.2, K_i = 1.5, K_d = 0.016$

Dari grafik 6 berikut merupakan perhitungan maksimum overshoot dan error steady state dari grafik diatas:

$$\%M_p = \frac{\text{Kecepatan Puncak} - \text{setpoint}}{\text{setpoint}} \times 100\% \tag{5}$$

$$= \frac{54 - 50}{50} \times 100\% = 8\%$$

$$\%E_{ss} = \frac{\text{Rata - rata Kecepatan} - \text{setpoint}}{\text{setpoint}} \times 100\% \tag{6}$$

$$= \frac{49,3 - 50}{50} \times 100\% = 1.4\%$$

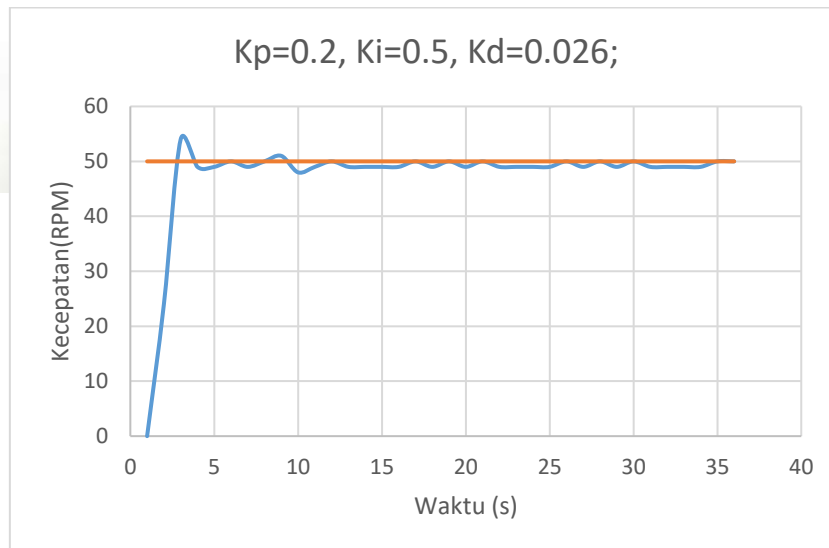
Tabel 3 : Data Pengujian dengan parameter  $K_p= 0.2, K_i = 1, K_d = 0.016$

Setpoint	Ts (time settling)	Mp (Maximum Overshoot)	Ess (Error Steady State)
50	6s	8 %	1.4%

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian PID

Pengujian sistem kontrol PID ini bertujuan untuk menguji nilai parameter  $K_p, K_i$  dan  $K_d$  yang telah didapatkan dari perancangan PID. Pengujian dilakukan dengan cara mencuplik data melalui serial monitor arduino IDE dan mengolah data itu dalam bentuk grafis untuk melihat respon sistem yang didapatkan. Pengambilan data dilakukan dengan dua metode yaitu metode close loop dan metode open loop. Perujian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan dari sistem open loop dan close loop. Kemudian lakukan analisa perhitungan error steady state , overshoot dari grafik yang didapat. Berikut merupakan grafik yang didapat dari metode close loop:



Gambar 7 : Grafik Respon dengan Metode Close Loop

Dari grafik 6 berikut merupakan perhitungan maksimum overshoot dan error steady state dari grafik diatas:

$$\%Mp = \frac{\text{Kecepatan Puncak} - \text{setpoint}}{\text{setpoint}} \times 100\% \tag{5}$$

$$= \frac{54 - 50}{50} \times 100\% \\ = 8\%$$

$$\%Ess = \frac{\text{Rata - rata Kecepatan} - \text{setpoint}}{\text{setpoint}} \tag{6}$$

$$\times 100\% \\ = \frac{49,3 - 50}{50} \times 100\% \\ = 1.4\%$$

Tabel 4 : Data Pengujian dengan Metode Close Loop

Setpoint	Ts (time settling)	Mp (Maximum Overshoot)	Ess (Error Steady State)
50	5s	8 %	1.4%

Dapat dilihat dari grafik pada Gambar 7 respon sistem yang dihasilkan menggunakan parameter ini sudah cukup baik yaitu memiliki time settling yang cukup cepat yaitu 5 s. kemudian memiliki error steady state yang cukup kecil yaitu 1,4%. Namun masih memiliki nilai overshoot sebesar 8% namun hal tersebut masih tidak berdampak signifikan terhadap sistem. Sistem ini sudah dapat mempertahankan kecepatan pada setpoint setelah settling time meskipun terjadi perubahan massa pada beban di karenakan proses ekstraksi madu dari sarangnya. Selama proses ekstraksi sarang madu berkurang dari 1.5 kg ke 0.9 kg. Berdasarkan hasil pengamatan larva lebah dalam kondisi baik tidak ada larva yang mati didalam sarang atau terlepas dari sarangnya.

### 3.2 Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini dibagi menjadi 2 tahap pengujian pertama bertujuan untuk mengetahui apakah hasil respon yang didapatkan tetap sesuai dengan yang diinginkan meskipun

menggunakan setpoint yang berbeda-beda. Kemudian pengujian kedua bertujuan untuk mengetahui bagaimana respon sistem ketika diberi beban yang berbeda-beda.

Pada pengujian pertama ini akan menguji pengaturan kecepatan motor dari 20 rpm sampai 60 rpm. Pengujian ini dilakukan menggunakan beban sarang seberat 1 kg dengan waktu 1 menit. Berikut merupakan tabel hasil pengujian pertama :

No	Setpoint (RPM)	Ts (time settling)	Mp (Maximum Overshoot)	Ess (Error Steady State)
1	20	5s	19,6%	1,65%
2	30	5s	13,30%	1,66%
3	40	5s	12,5%	1,5%
4	50	5s	8 %	1,4 %
5	60	5s	10%	1,2%

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dalam rentang setpon 20-30 RPM grafik respon yang dihasilkan tidak cukup baik dibandingkan dengan setpoint 40-60 RPM. Pada kecepatan 20-30 RPM motor tidak dapat mempertahankan kecepatan pada setpoint. Hal ini dikarenakan ketika putaran motor terlalu pelan motor tidak dapat memutar gearbox dengan baik sehingga putaran yang dihasilkan menjadi tidak stabil Setpoint yang menghasilkan respon paling baik dan sesuai dengan kebutuhan alat adalah dengan menggunakan setpoint sebesar 50 RPM. Hal ini dikarenakan pada setpoint ini menghasilkan nilai overshoot yang lebih baik dibandingkan dengan setpoint yang lain sehingga dapat meminimalisir larva terlempar dari sarangnya.

Pengujian selanjutnya merupakan pengujian controller PID dengan memberikan 3 macam beban yang berbeda yaitu pertama beban 1 kg, 1,5 Kg dan beban 2 kg. pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa stabil alat ketika diberi berat yang bervariasi. Berikut merupakan tabel dihasilkan dari pengujian kedua :

No	Berat (Kg)	Setpoint (RPM)	Ts (time settling)	Overshoot	Ess (Error Steady State)
1	1	50	5s	8 %	1,4 %
2	1,5	50	5s	8 %	1,4 %
3	2	50	5s	14 %	1,8 %

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa semakin berat beban yang diberikan motor kesulitan untuk mempertahankan kecepatan motor pada setpoint sehingga nilai overshoot dan error steady state yang dihasilkan akan semakin besar. Dari semua percobaan didapatkan ketika mendapat beban 2 Kg menghasilkan grafik respon yang buruk dimana overshoot dan error steady state yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan grafik

respon yang dihasilkan dengan berat di bawahnya. Hingga alat dapat digunakan dengan lebih efektif di beban sekitar 1 - 1,5 Kg.

### 3.3 Pengujian Pada Objek

Pengujian ini terdapat beberapa tujuan diantara lain yaitu untuk mengetahui berapa kecepatan yang efektif yang tidak menimbulkan kerusakan sarang dan kematian pada larva. Kemudian pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang dihasilkan oleh alat manual dibandingkan dengan alat yang telah diotomasi. Dalam pengujian ini menggunakan kecepatan pada rentang 20-60 RPM dengan waktu selama 1 menit. Berikut ini merupakan data pengujian kondisi sarang dan larva:

Tabel 5 : Data Pengujian Kondisi Larva

No	Kecepatan motor (RPM)	Kecepatan Drum (RPM)	Kondisi larva	Kondisi Sarang	Keterangan
1	20	49.3	Hidup	Baik	Madu tidak keluar
2	25	62.8	Hidup	Baik	Madu tidak keluar
3	30	70.1	Hidup	Baik	Madu keluar
4	35	86.4	Hidup	Baik	Madu keluar
5	40	99.2	Hidup	Baik	Madu keluar
6	45	111.5	Hidup	Baik	Madu keluar
7	50	122.4	Hidup	Baik	Madu keluar
8	55	134.6	Hidup	Baik	Madu keluar
9	60	143.2	Hidup	Baik	Madu keluar
10	65	153.7	Mati	Baik	Madu keluar

Dari tabel diatas didapatkan bahwa pada kecepatan motor dc 30 - 60 RPM dengan kecepatan pada drum 70 – 145 RPM diketahui bahwa kondisi larva masih dalam keadaan hidup. Jika kecepatan lebih dari 65 RPM kecepatan motor dc dan 153 RPM pada kecepatan drum kondisi larva sudah dalam keadaan mati. Pada tabel diatas menjelaskan bahwa madu mulai keluar jika putaran lebih dari 30 RPM pada motor dc dan 70 RPM putaran pada drum.

Dari data yang telah diambil menjelaskan bahwa kecepatan yang efektif untuk memeras madu berada pada kisaran kecepatan 20 – 60 RPM kecepatan putar pada motor dan 49 – 140 RPM putaran pada drum. Untuk mengambil setpoint terdapat beberapa hal yang di pertimbangkan. Jika terlalu pelan maka madu tidak akan terperas dengan efektif dan jika terlalu cepat akan menyebabkan kematian pada larva. Setelah dilakukan pengamatan pada kondisi sarang lebah seperti yang telah di ekstrasi penulis menyimpulkan bahwa kecepatan yang efektif digunakan pada alat ini adalah sebesar 50 RPM kecepatan pada motor.

Tabel 6 : Data Pengujian perbandingan alat otomatis dan manual

No		Waktu (s)	Berat Kotor(Kg)	Berat Bersih(Kg)
1	Otomatis	30	1.525	1.075
		45	1.565	1.030
		60	1.490	1.055
		75	1.555	0.975
		90	1.545	0.960
2	Manual	30	1.515	1.160
		45	1.560	1.030
		60	1.510	1.055
		75	1.540	1.025
		90	1.550	0.980

Dari Tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa ekstraktor madu otomatis dan ekstraktor yang di putar secara manual dengan waktu yang sama tidak memiliki perbedaan yang signifikan. perbedaan berat sarang setelah di ekstrak hanya berkisar sebesar  $\pm 100$  gram. Dari tabel diatas didapatkan bahwa selisih dari berat bersih sebelum di ekstraksi dan berat kotor berkisar antara  $\pm 500$  gram. Kemudian percobaan yang telah dilakukan juga didapatkan bahwa waktu juga mempengaruhi jumlah madu yang dikeluarkan dari sarang namun setelah percobaan di atas 60 detik tidak terjadi perbedaan yang signifikan.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan berdasarkan rumusan masalah yang telah dirancang oleh penulis sebagai berikut :

1. Sistem kendali PID berhasil mengontrol kecepatan motor sesuai dengan setpoint yang diinginkan yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada sarang dan kematian pada larva lebah. Dapat dilihat pada gambar grafik respon pada pengujian keseluruhan sistem kontrol dapat menghasilkan time settling yang cepat dan error steady state yang kecil. Namun pada kecepatan 20 – 30 RPM motor tidak dapat mempertahankan kecepatan pada setpoint dikarenakan jika putaran motor terlalu pelan maka motor tidak dapat memutar gearbox dengan baik. Ketika alat di berikan beban yang bervariasi dan setpoint yang berbeda-beda respon yang diberikan masih dalam kategori baik yang mana error steady state akan bertambah jika beban yang diberikan semakin berat. Alat mendapatkan respon terbaik pada setpoint 50 RPM dengan overshoot sebesar 8% , error steady state sebesar 1,4 % dan rise time 5s. berdasarkan hasil pengujian keseluruhan juga didapatkan bahwa alat dapat bekerja lebih efektif ketika beban yang diberikan lebih ringan dan alat akan menghasilkan respon yang lebih buruk jika diberikan beban yang lebih berat Berdasarkan hasil pengamatan pada pengujian kondisi larva lebah dalam kondisi baik tidak ada larva yang mati didalam sarang atau terlempar dari sarangnya.
2. Untuk mengeluarkan madu tanpa merusak sarang dan membunuh larva lebah diperlukan pengaturan kecepatan yang tepat. Kecepatan yang efektif untuk memeras madu berada

- pada kisaran kecepatan 30 – 60 RPM kecepatan putar pada motor dan 70 – 145 RPM putaran pada drum. Jika putaran terlalu pelan maka madu tidak akan terpisah dengan maksimal namun jika putaran terlalu cepat dapat menimbulkan kematian pada larva lebah. Maka dari itu untuk menentukan kecepatan yang efektif dari kisaran tersebut yaitu 50 RPM kecepatan putar pada motor
3. Setelah dilakukan perbandingan antara alat ekstraktor manual dengan alat yang telah dirancang dapat disimpulkan bahwa ekstraktor madu otomatis dan ekstraktor yang di putar secara manual dengan waktu yang sama tidak memiliki perbedaan yang signifikan. perbedaan berat sarang setelah di ekstrak hanya berkisar sebesar  $\pm 100$  gram. selisih yang dihasilkan dari berat sarang sebelum di ekstraksi dan berat sarang setelah diekstraksi berkisar antara  $\pm 500$  gram. Kemudian percobaan yang telah dilakukan juga didapatkan bahwa waktu juga mempengaruhi jumlah madu yang dikeluarkan dari sarang namun setelah percobaan di atas 60 detik tidak terjadi perbedaan yang signifikan. dari segi penggunaan alat otomatis lebih baik dibandingkan dengan penggunaan alat manual dikarenakan lebih efisien dan tidak memerlukan banyak tenaga

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses pengerjaan penelitian ini penulis mendapatkan banyak bantuan. untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi kesempatan dan mengabulkan do'a saya untuk mengerjakan skripsi sampai selesai.
2. Kedua orang tua saya yang telah memberikan semangat serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Dr. Beauty Anggraheny Ikawanty, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Mohammad Luqman, MS. selaku Dosen Pembimbing II.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mariyam, Siti, et al. "Madu Mawon (Mangunan Dusun Mangun Tawon): Pemberdayaan Lingkungan melalui Ternak Lebah dan Penanganan Produk Lebah secara Intensif untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat di daerah Bantul." *Indonesian Journal of Community Services in Engineering & Education*, vol 2 .2022.
- [2] Hidayat, Dicky, Aidi Finawan, and Jamaluddin Jamaluddin. "Rancang Bangun Alat Ekstraktor Madu Otomatis Berbasis Arduino." *Jurnal Tektro*, vol 6(01).2022.
- [3] Anggara, Mietra, Vivin Nila Rakhmatullah.2020. "Perancangan Alat Pemeras Madu System Otomatis Di Kabupaten Sumbawa." Vol 1(01),2020.
- [4] Sebayang, Thomson, and Sri Fajar Ayu. "Budidaya Ternak Lebah Di Desa Sumberejo Kecamatan Merbau Kabupaten Deli Serdang." *ABDIMAS TALENTA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol 2(02) .2017.
- [5] Zulkifli, Rafli Setiawan. "Pengaruh Kendali Kecepatan Motor DC Pada Chopper Drive." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, vol 8(2).2021.
- [6] Emir, Ghaza.2019.Rancang Bangun Alat Ekstraktor Madu Menggunakan Motor DC dengan Metode Gaya Setrifugal Berbasis Arduino.Skripsi. Surabaya:Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Rokmah, Nida Nur. "Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Metode PID Berbasis Arduino Uno." *Jurnal Teknik Elektro dan Vaksional* ,2018.
- [8] Birdayansyah, Radi, Noer Soedjarwanto, and Osea Zebua. "Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Perintah Suara Berbasis Mikrokontroler Arduino.", *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol 9(02) ,2015.

- [9] Alanro, Fedrik Fajar, and S. T. Heru Supriyono. *Trainer Praktikum Pengendali Kecepatan Motor DC dengan PID Berbasis Arduino*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2023.
- [10] W. Cahyono, M. Ali, and H.Nurohmah, “Ant Colony Optimazation sebagai Tuning PID pada Single Axis Tracking Photovoltaic”,*|| Sinarfe7-2*, vol. 2(01), 2019.