METROTECH
Journal of Mechanical and Electrical Technology
Vol. 3 No. 1, Januari 2024, E-ISSN 2809-9605 | P-ISSN 2827-8097

Kontrol Kecepatan Pada Mesin Peniris Minyak Dengan Metode PI

Akbar Roisul Adimi[1*], Mila Fauziyah[2], Denda Dewatama[3]
[1,2,3]Politeknik Negeri Malang, Malang
[*]Penulis Korespondensi, email: akbarroisul21@gmail.com

Received:18/11/2023 *Revised:02/12/2023* *Accepted:18/12/2023*

Abstract. *Intestine chips are a community innovation in processing waste from slaughtering chicken in the form of intestines into processed food. The oil content in intestinal chips affects the durability of these chips. The shape of good intestinal chips also affects the attractiveness of buyers, so an appropriate slicing machine is needed. In the process of draining oil from intestinal chips it takes a long time. To shorten the time, an oil slicing machine is needed so that it does not require a long time but manual slicing can also be done. Controlling the draining speed uses the PID method. With this method it is hoped that it can maintain the stability of the draining rotation. The condition of the intestinal chips media is still intact and not oily. 2. Testing the PID with a load obtained PID values with Kp = 1.25, Ki = 0.09, Kd = 0 with the response results rise time = 1.958s s, delay time = 0.879s s, settling time = 28.603s s, Max overshoot = 1239.33 RPM, peak time = 5.645s, and error steady state = 0.386% with stable results in motor.*

Keywords: *Oil draining machine, Intestinal chips, PID*

Abstrak. Keripik usus merupakan inovasi masyarakat dalam mengolah limbah dari pemotongan ayam berupa usus menjadi makanan olahan. Kandungan minyak pada keripik usus berpengaruh pada keawetan keripik tersebut. Bentuk keripik usus yang baik juga berpengaruh pada daya tarik pembeli, maka diperluhkan mesin peniris yang sesuai. Dalam proses penirisan minyak dari keripik usus dibutuhkan waktu yang lama. Untuk mempersingkat waktu, dibutuhkan mesin peniris minyak agar tidak memerlukan waktu yang lama namun penirisan manual juga tetap bisa dilakukan. Pengkontrolan kecepatan penirisan menggunakan metode PID. Dengan metode ini dapat menjaga kestabilan putaran penirisan. Hasil dari pengujian didapat kecepatan optimal motor AC pada mesin peniris minyak dengan media keripik usus adalah setpoint 1200 RPM dengan kondisi media keripik usus masih utuh dan tidak berminyak. Pengujian PID dengan beban didapat nilai PID dengan Kp = 1.25, Ki = 0.09, Kd =0 dengan hasil respon rise time = 1.958s s, delay time = 0.879s s, settling time = 28.603s s, Max overshoot = 1239.33 RPM, peak time = 5.645s, dan error steady state = 0.386% dengan hasil yang stabil pada motor.

Kata Kunci: Mesin peniris minyak, Keripik usus, PID

I. PENDAHULUAN

Keripik usus merupakan sebuah komoditas yang sangat terkenal dimasyarakat dalam pengolahan limbah dari rumah pemotongan ayam. Usus yang dulunya tidak memiliki harga jual karena dianggap limbah kini dapat diolah menjadi keripik yang memiliki jual yang lebih. Keripik usus diproduksi di industri rumahan atau dikenal dengan UMKM, industri rumahan memproduksi sebuah barang yang umumnya masih kecil dan dilingkungan rumahan [1]. Keripik ini mudah didapatkan dan banyak dijual di warung makan, pasar, ataupun pasar swalayan. Disatu sisi keripik usus ayam sangat cocok di makan sebagai menu pelengkap lauk pauk tidak hanya gurih dan enak tetapi juga memiliki harga yang cukup terjangkau,itulah mengapa keripik usus ayam sangat masyarakat Indonesia sebagai makanan khas Nusantara [2].

Pada UMKM masih menggunakan dua cara, yang pertama konvensional atau dengan bantuan tenaga manusia dan kedua otomatis atau dengan menggunakan mesin. Pengolahan dengan cara konvensional memakan waktu yang cukup lama dan tidak efektif terutama untuk olahan keripik usus hal itu disebabkan tersisa minyak hasil penggorengan. Hal tersebut berdampak pada kualitas keripik jika ingin disimpan dalam waktu yang lama[3][4].

Seiring dengan berkembangnya teknologi, cara penirisan manual yang kurang efisien dan kurang efektif, kini dapat dilakukan dengan menggunakan

mesin peniris (spinner) [5][6][7]. Dibutuhkan alat untuk menghemat waktu, tenaga dan biaya. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis ingin membuat inovasi mesin peniris minyak dengan sensor loadcell dan *rotary encoder* sebagai *feedback* dari sistem agar diatur *setpoint* dari kecepatan dan lama waktu dari proses penirisan yang bergantung pada banyaknya bahan.

II. METODOLOGI

Beberapa pembahasan dan dasar teori pada bab metodologi untuk mendukung dan mendasari penelitian yang dilakukan oleh penulis sebagai berikut.

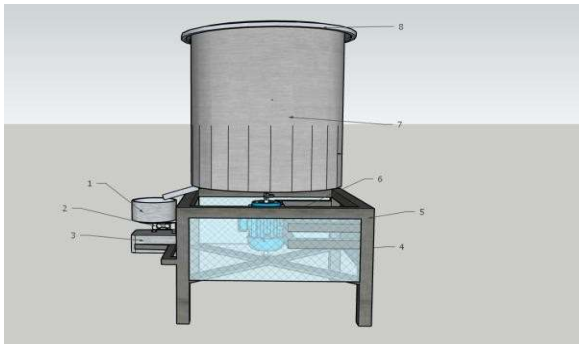
A. Perancanfan Mesin Peniris Minyak

Perancangan mesin peniris minyak dibutuhkan untuk mengetahui estimasi dari kebutuhan dan kemampuan dari sistem yang akan digunakan. Perancangan ini dimulai dari menentukan kemampuan dari sistem dapat menampung maksimal 5L bahan percobaan dan kecepatan maksimal 1400RPM. Untuk detail dari perancangan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Perancangan

Nama	Spesifikasi		
	Ukuran	Bahan	Ket
Dimensi Keseluruhan	P = 40cm L = 40cm T = 95cm Ø = 38cm	Stainless Steel 304 (*foodgrade)*	Maks 5L
Dimensi Tabung Luar	P = - cm L = - cm T = 50cm Ø = 38cm	Stainless Steel 304 (*foodgrade)*	-
Dimensi Tabung Dalam	P = - cm L = - cm T = 40cm Ø = 36cm	Stainless Steel 304 (*foodgrade)*	-
Dimensi Rangka Dimensi Rangka	P = 40cm L = 40cm T = 40cm Ø = - cm	Besi	-
Dimensi Panel	P = 20cm L = 10cm T = 10cm Ø = - cm	Akrilik	-

Pada mesin peniris minyak yang digunakan menggunakan maksimal kecepatan 1400RPM, maka dibutuhkan motor AC 1 phase dengan kemampuan torsi yang tinggi untuk memutar mesin sentrifugal atau tabung dari mesin peniris minyak. Selain itu diperlukan sensor *rotary encoder* sebagai *feedback* dari kecepatan motor dan sensor loadcell sebagai *feedback* untuk menimbang hasil dari penirisan yang berupa minyak. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Detail Rancangan Mesin Peniris Minyak

Pada Tabel 2 berisi keterangan dari rancangan mesin peniris minyak yang sesuai dengan nomer yang ada pada gambar 1.

Tabel 2. Detail pada Mesin Peniris Minyak

No	Keterangan
1	Wadah Penampung
2	Sensor Loadcell
3	Box Panel
4	*Rotary Encoder*
5	Rangka
6	Motor AC
7	Tabung
8	Tutup Tabung

1. Gaya Sentrifugal pada Mesin Peniris

Mesin peniris minyak memiliki desain berbentuk drum, mesin peniris menggunakan gaya sentrifugal untuk bergerak dimana gaya tersebut menimbulkan

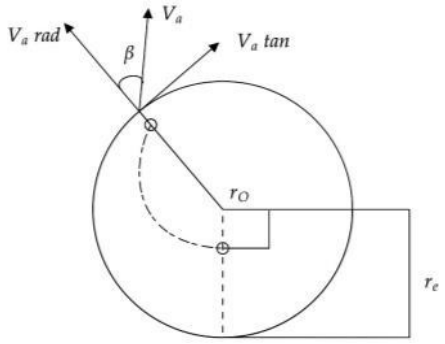
efek semu. Gaya sentrifugal juga disebut gaya khayal yang mana saat benda bergerak menjauhi titik pusat dari gaya. Untuk rumus dari gaya sentrifugal dijelaskan dibawah ini.

$$F = m\omega^2 r \quad (1)$$

Dimana:
F = gaya sentrifugal
m = massa
ω = kecepatan sudut
r = jarak dari titik pusat

Untuk kecepatan dari mesin peniris minyak dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$V_{a\,tan} = \omega_1 \times r_e \quad (2)$$
$$V_a \times V_{a\,rad} = \omega_1 \times r_e \quad (3)$$

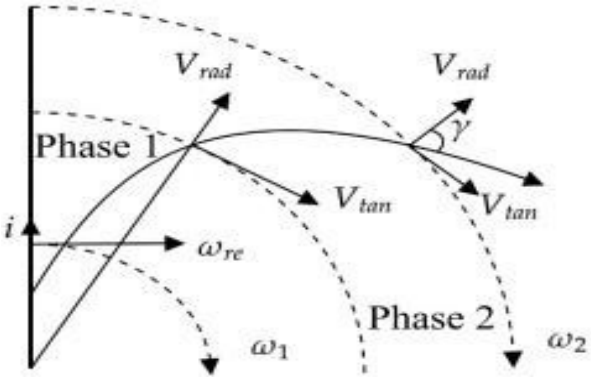


Gambar 2. Rumus Gaya Sentrifugal untuk Mesin Peniris Minyak
(Sumber :*Physical Modelling in Geotechnics,* 2001)

Dimana:
$V_{a\,tan}$ = Kecepatan dari Gaya Sentrifugal
ω_1 = kecepatan sudut
r_e = jarak dari benda bergerak dan titik pusat

$V_{a\,tan}$ dimana didefinisikan $V_{a\,tan} = V_a \times V_{a\,rad}$. V_a merupakan kecepatan sudut dari gaya sentrifugal yang mana perubahannya seiring berjalan dengan waktu dan $V_{a\,rad}$ merupakan kecepatan yang berbanding lurus dengan jari-jari lingakaran dan berbanding terbalik terhadap waktu. $V_{a\,tan}$ dihitung sebagai waktu kecepatan sudut terjauh dari titik pusat. Jadi kecepatan tangent dijabarkan pada rumus (3).

Untuk lebih detailnya, penjelasan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Detail Gaya Sentrifigal
(Sumber :*Physical Modelling in Geotechnics,* 2001.)

2. Keripik Usus

Ayam merupakan salah satu unggas yang banyak diminati oleh masyarakat. Harga dagingnya yang relatif murah dan juga sebagai sumber protein dan asam amino essensial yang lengkap[8][9]. Beberapa bagian tubuh ayam yang disukai terutama bagian usus. Usus ayam selama ini hanya dikonsumsi dalam bentuk digoreng, disemur, atau campuran sup, dengan inovasi terbaru, usus dapat dijadikan keripik dengan kandungan energi sebesar 473 kilokalori, protein 45,2 gram, karbohidrat 13,9 gram, lemak 26,3 gram, kalsium 1407 miligram, fosfor 458 miligram, dan zat besi 8,4 miligram[10]. Selain itu di dalam Usus Ayam Goreng juga terkandung vitamin A sebanyak 20 IU, vitamin B1 0,57 miligram dan vitamin C 0 miligram.

Gambar 4. Keripik Usus
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

B. Perancangan Kontroler PID

PID adalah singkatan dari kontroler *Proportional,* kontroler *Integral* dan, kontroler *Derivative.* PID merupakan kontroler yang sering

digunakan jika dalam suatu *plant* dari pemodelan metematika tidak dapat terselesaikan.[12]

Setiap kontroler menghasilkan sinyal yang terkendali secara berurutan, kontroler P yang menghasilkan sinyal proporsional terhadap *error*, kontroler I yang mengakumulasi terhadap *error*, dan kontroler D yang meningkat setiap perubahan *error*[1]. Hal itu sesuai dengan rumus dari PID yang tercantum pada (1) yaitu:

$$u(t) = K_P \times e(t) + K_I \int_0^t e(t)dt + K_D \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Pada penerapannya, kontroler PID dapat dimodelkan secara matematis melalui metode matematika diskrit yang dituliskan:

$$u(t_k)=K_p \times e(t_k) + K_I \sum_{k=0}^{n} e(t_k) \times \Delta(t_k) + K_D \frac{e(t_k)-e(t_{k-1})}{\Delta(t_k)} \quad (3)$$

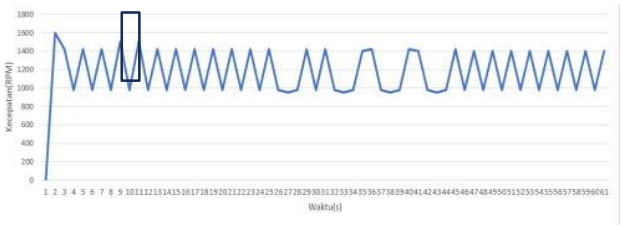
$$u(t_k)=K_p \times [e(t_k) + K_I \sum_{k=0}^{n} e(t_k) \times \Delta(t_k) + K_D \frac{e(t_k)-e(t_{k-1})}{\Delta(t_k)}] \quad (4)$$

Dimana:

- $u(t_k)$ = hasil perhitungan kontroler, berupa sinyal terkendali.
- $e(t_k)$ = selisih antara setpoint dengan variabel yang diproses.
- K_P= konstanta penguat pada kontroler P.
- K_I= konstanta penguat pada kontroler I.
- K_D= konstanta penguat pada kontroler D.
- Δt_k= waktu pencuplikan secara diskrit.
- T_I = waktu integral dalam kontroler I.
- T_D = waktu derivatif dalam kontroler D.

Metode untuk *Tuning PID* yang umum digunakan adalah metode dari *Ziegler-Nichols,* untuk metode tersebut memiliki 2 cara, namun untuk penggunaan motor menggunakan metode osilasi. Untuk tahap-tahap *tuning PID* dengan metode *Ziegler-Nichols* sebagai berikut.

1. Memberikan nilai parameter Ki dan Kd senilai 0, kemudian meningkatkan nilai parameter Kp.
2. Perhatikan respon yang dihasilkan sistem, sehingga mencapai osilasi dengan amplitudo dan periode yang stabil.
3. Jika telah didapatkan, maka nilai Kp tersebut menjadi Ku (Ultimate Gain) beserta periode osilasi yang menjadi Tu (Ultimate Period).
4. Parameter Kp dan Ki selanjutnya dapat ditentukan berdasarkan parameter Ku dan Tu yang dihasilkan dari respon sistem.



Gambar 5. Pcr Gelombang

Dari hasil penyetelan nilai Kp, didapatkan respon berosilasi saat diberi nilai Kcr = 2.1, dan didapatkan t1 = 9 dan t2 = 11. Sehingga nilai Pcr didapatkan seperti pada persamaan (5).

$$Pcr = t2-t1 = 11-9 = 2 \quad (5)$$

Sehingga untuk mencari nilai Kp, Ki, dan Kd didapatkan seperti persamaan (6)(7)(8)(9).

$$Kp = 0{,}45 \; x \; Kcr = 0.45 \; x \; 2.7 = 1.25 \quad (6)$$

$$Ti = 1/1.2 \; x \; Pcr = 0.83 \; x \; 2 = 1.6 \quad (7)$$

$$Ki = Kp/Ti = 1.25/1.6 = 0{,}9 \quad (8)$$

• Mencari Nilai Kd

$$Td = 0 \; x \; Pcr = 0 \; x \; 2 = 0 \quad (9)$$

C. Perancangan Kontroler PID

Perancangan pengujian dibutuhkan untuk mengetahui mesin peniris yang telah dibuat agar

berjalan sesuai dengan perancangan. Beberapa variabel yang perlu diperhatikan untuk pengujian dibawah ini.

1. *Td*: *delay time,* waktu yang dibutuhkan untuk mencapai setengah dari *steady-state.*
2. *Tr*: *rise time,* waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *steady-state.*
3. *Ts*: *settling time,* waktu yang menyatakan respon telah masuk ±2% hingga ±5% dari nilai *steady-state.*
4. *Tp*: *peak time,* waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak atau maksimal dari *setpoint.*
5. *Mp*: *Maximum Overshoot,* perbandingan nilai maksimum respon yang melampaui *steady-state* dengan nilai *steady-state.*
6. *ESS*: *Error Steady State,* perbedaan dari kesalahan (*error)* antara masukan dan keluaran pada sistem seiring berjalannya waktu tanpa batas.

Untuk kualitas dari media percobaan yang akan diuji harus memenuhi dari kriteria dibawah ini.

1. Bentuk dari keripik.
2. Minyak hasil penirisan.
3. Rasa dari Keripik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil penelitian dan analisis data (bukan data mentah). Penyajian dapat dilengkapi dengan adanya tabel, grafik atau atau kurva (gambar), dan bagan (chart) yang harus disertai penjelasan. Selain itu, bagian ini juga memuat pembahasan yang berisi ulasan hasil penelitian terhadap penelitian terdahulu, teori, atau pengetahuan yang sudah ada. Hasil pembahasan dapat mendukung, mengembangkan, ata bahkan bertentangan dengan kajian yang ada sebelumnya.

A. Penyajian Mesin Peniris Minyak

Gambar 6. Kecepatan 1000RPM

Gambar 7. Hasil Kecepatan 1000RPM

Gambar 8. Kecepatan 1200RPM

Gambar 9. Hasil Kecepatan 1200RPM

Gambar 10. Kecepatan 1400RPM

Gambar 11. Hasil Kecepatan 1400RPM

Tabel 3. Hasil Kontroler PID

No	Kecepatan (RPM)	Lama Waktu (s)	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)
1	1000 RPM	1200s	1490gr	1193gr
2	1200 RPM	1000s	1490gr	1153gr
3	1400 RPM	500s	1490gr	1082gr

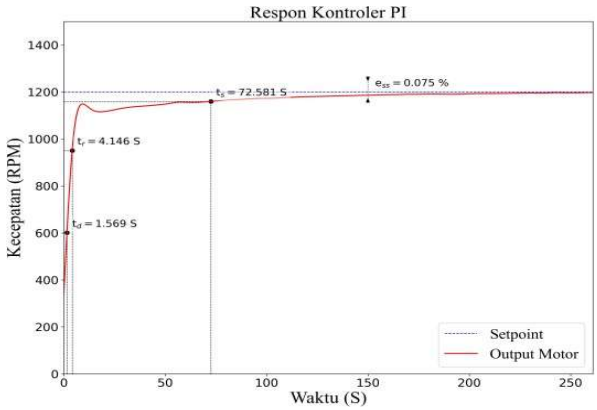
Dari hasil pengujian pada tabel 2, yang telah dilakukan dengan menggunakan kecepatan 1000 RPM, 1200, RPM dan 1400 RPM dengan setpoint 300gr didapatkan hasil yang berbeda, dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pada pengujian kecepatan 1000 RPM dibutuhkan waktu selama 1200s atau 20 menit dengan keripik yang masih dalam bentuk panjang dan tidak hancur menjadi kecil-kecil namun minyak yang terkandung dalam keripik masih terlihat banyak.
2. Pada pengujian pada kecepatan 1200 RPM dibutuhkan waktu selama 1000s atau 17 menit dengan keripik yang masih dalam bentuk panjang (utuh) dan kandungan minyak pada keripik sudah tidak terlihat.
3. Pada pengujian pada 1400 RPM dibutuhkan waktu selama 500s atau 8,5 menit menit dengan keripik yang hancur menjadi kecil namun minyak yang terkandung dalam keripik hampir tidak ada.

Sesuai dengan hasil pengujian yang telah dibahas diatas dapat disimpulkan kecepatan optimal motor AC pada mesin peniris minyak dengan media keripik usus adalah setpoint 1200 RPM dengan kondisi media keripik usus masih utuh dan sebagian kecil menjadi potongan serta tidak berminyak.

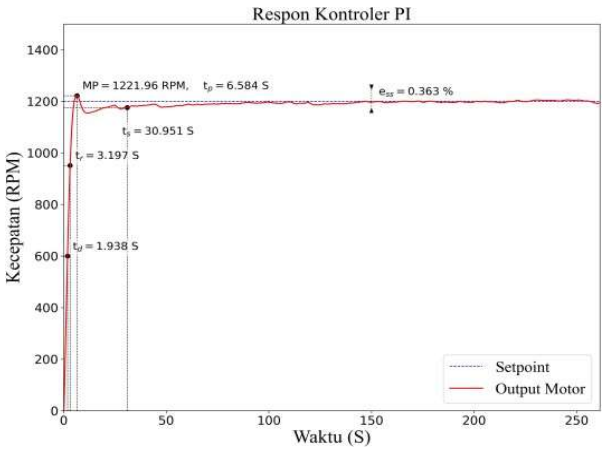
B. Pengujian Kontroler PID

Pada bagian ini, pengujian kontroler PID diberikan setpoint kecepatan 1200RPM dengan Kp, Ki, dan Kd memiliki kondisi 0. Lalu Kp dinaikkan secara bertahap hingga ditemukan osilasi dari motor



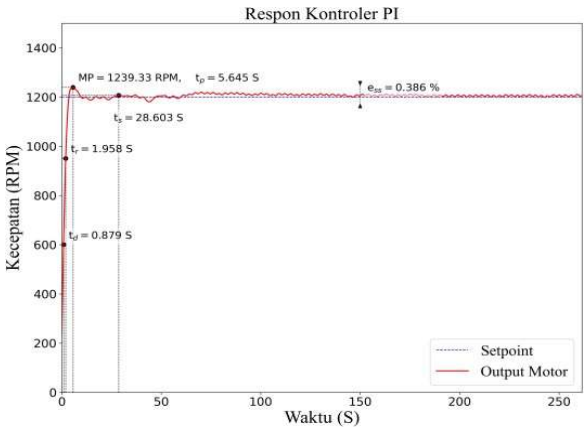
Gambar 12. Respon Kontroler PI ke 1

- *Td* : 1.569s
- *Tr* : 4.146s
- *Ts* : 72.581s
- *Tp* : -
- *Mp* : -
- *ESS* : 0.075%



Gambar 13. Respon Kontroler PI ke 2

- *Td* : 1.938s
- *Tr* : 3.197s
- *Ts* : 30.951s
- *Tp* : 6.584s
- *Mp* : 1221.96 RPM
- *ESS* : 0.363%



Gambar 14. Respon Kontroler PI ke 3

- *Td* : 0.879s
- *Tr* : 1.958s
- *Ts* : 28.603s
- *Tp* : 5.645s
- *Mp* : 1239.33 RPM
- *ESS* : 0.386%

Tabel 3. Hasil Kontroler PID

No	PID	Delay Time	Rise Time	Peak Time	Max Over shoot (%)	Settling Time	Error Steady State (%)
1	Kp = 0.25 Ki = 0.03 Kd = 0	1.569s	4.146s	-	-	72.581s	0.075%
2	Kp = 0.75 Ki = 0.06 Kd = 0	1.938s	3.197s	6.584s	1221.96 RPM	30.951s	0.363%
3	Kp = 1.25 Ki = 0.09 Kd = 0	0.879s	1.958s	5.645s	1239.33 RPM	28.603s	0.386%

Untuk menentukan respon sistem yang paling baik dapat dilihat pada nilai td, tr, tp, ts, MP, dan ESS.

Dari hasil respon sistem yang ditunjukkan pada Tabel 3 bahwa nilai respon sistem dari ketiga setpoint memiliki nilai yang berbeda yaitu dengan nilai ESS terbesar pada PID ke 3. Kemudian nilai ts yang paling baik adalah pada PID ke 3. MP dan tr terbaik pada PID ke 3. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa nilai respon sistem yang paling baik adalah pada PID ke 3.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari uji coba yang dilakukan, dapat disimpulkan kecepatan yang optimal untuk mesin peniris minyak ini maksimal 1200RPM dengan kondisi media keripik usus masih utuh dan sebagian kecil menjadi potongan serta tidak berminyak. Lalu untuk respon dari kontroler PID yang terbaik dengan respon sistem setiap setpoint dengan hasil respon rise time = 1.958s s, delay time = 0.879s s, settling time = 28.603s s, Max overshoot = 1239.33 RPM, peak time = 5.645s, dan

error steady state = 0.386% dengan toleransi pada *time-domain characteristic* maksimal 3% sampai 5% adalah stabil pada setpoint terhadap putaran motor. Saran untuk pengembangan adalah untuk penggunaan media percobaan lain dapat diatur ulang pada kecepatan dan kontroler PID sehingga respon yang didapat dan hasil keripik lainnya lebih bagus atau sesuai dengan keinginan masyarakat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan oleh penulis untuk institusi Politeknik Negeri Malang yang telah menyediakan tempat untuk melakukan penelitian dan prasarana untuk menyelesaikan artikel yang dibuat. Serta Ibu Mila Fauziyah dan Bapak Denda Dewatama yang telah membimbing untuk penelitian ini.

REFERENSI

[1] N. Nurhayati, S. R. Saputra & T. Betriana. 2023. "Optimasi Produksi Usaha Keripik Singkong Dan Keripik Usus Ayam" Jurnal Sains Stiper Amuntai, Vol. 13, 2023.

[2] D. A. S. Dewi, I. K. Arwana, dan N. U. Vipriyanti. 2022. Keuntungan Industri Keripik Usus Ayam Pada U.D Rohman Fried Chiken. AGRIFARM, Vol. 1, No. 2. 2022.

[3] Harmen, Imam Sofi'I, dan Ridwan Baharta. 2020. *Modification of Spinner System*. Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian, Vol. 12, No. 3. Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung.

[4] H. Istiqlailiyah. Perencanaan Mesin Peniris Minyak Pada Keripik Nangka Dengan Kapasitas 2,5 Kg/Menit. Nusantara of Engineering, Vol. 2, No. 1. 2015.

[5] Ristina Siti Sundari, Dona Setia Umbara, Agus Mulyadi. 2018. Aplikasi Adopsi Inovasi Teknologi Mesin Peniris Minyak Untuk Agroindustri Rumahan Abon Ikan. Sembadha, Vol. 1, No. 1, 2018.

[6] S. A. Sari , D. Gustopo, S. Indriani. 2013. Perancangan Mesin Peniris Minyak Untuk Peningkatan Kualitas Produk Pada Sentra Industri Keripik Tempe Sanan Malang. Jurnal Teknik Industri, Vol. 2, No. 1, 2013.

[7] W. Sugandi, A. M. Kramadibrata, Fetriyuna, & Y. Prabowo. 2018. Analisis Teknik Dan Uji Kinerja Mesin Peniris Minyak (Spinner). Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Vol.6, No. 1, 2018.

[8] D. N. Afiyah, R. N. Sarbini. 2021. Pelatihan Pembuatan Keripik Usus Bagi Ibu-Ibu PKK di Desa Gedangsewu Kecamatan Pare Kabupaten Kediri. Surya Abdimas, Vol. 5, No. 4. 2021.

[9] Santriyono, S., Jurhadi, M. J. M., & Nurhaeda, N. 2019. Kandungan Kadar Garam dan Susut Masak Bakso Daging Ayam Broiler pada Penambahan Putih Telur Sebagai Bahan Pengenyal pada Konsentrasi yang Berbeda. Bionature,Vol. 19, No. 2, 2019.

[10] Jaelani, A., Siti D., Wanda W. 2014. Berbagai Lama Penyimpanan Daging Ayam Broiler Segar Dalam Kemasan Plastik Pada Lemari Es (Suhu 4oC) Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisik Dan Organoleptik. Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian, Vol. 39, No. 3, 2014.

[11] Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer. (1989). *Descrete- Time Signal Processing.* Third Edition. Pearson.

[12] Ogata, K.(1997). *Modern Control Engineering.* Fifth Edition. Prentice Hall.

[13] R. Phillips, P.J. Guo, R. Popescu. (2001). *Physical Modelling in Geotechnics.* First Edition. CRC Press