

Kontrol Kecepatan Putar Motor DC Pada Proses Pengadukan Santan Dalam Pembuatan *Virgin Coconut Oil*

Moh Rojikin^{1*}, Agus Pracoyo², Gillang Al Azhar³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Malang, Malang

*Penulis Korespondensi, email: mohrojikin4@gmail.com

Received: 04/10/2023

Revised: 06/10/2023

Accepted: 09/10/2023

Abstract. *Virgin coconut oil is the result of a modification of the process of making coconut oil so that a product with a low water content and free fatty acid content, clear color, and smells good is produced. There are three methods that can be applied in making virgin coconut oil, namely the gradual heating method, fermentation, and mechanical stirring. However, the stirring method is the most effective method because it saves fuel (without heating) and without the addition of additives. The principle of the stirring method is that the rotation of the stirrer aims to disturb the emulsion so that it is dispersed or broken. Coconut milk requires stirring at a steady speed so that the time is more efficient. The stirring process must be kept stable by controlling the rotational speed of the DC motor in order to produce a good quality virgin coconut oil product. In the process of stirring coconut milk using the PID (Proportional-Integral-Derivative) method. To determine the value of K_p , K_i , K_d using the Ziegler Nichols 2 method (oscillation method) at setpoint = 300 RPM, the value of $K_p = 2.8$; $K_i = 0.125$; $K_d = 0.032$ so that it produces a response with a value of delay time = 3s, Rise Time = 4s, Peak Time = 4s, maximum overshoot = 7%, settling time = 13s, and steady state error = 4.3%. The rotational speed treatment affects the quality of the resulting VCO, the best rotational speed treatment with a value of 500 RPM with a VCO yield of 20.2%. The treatment of stirring time affected the quality of the resulting VCO, the best time treatment was 30 minutes of stirring time with a VCO yield of 21.1%.*

Keywords: *Virgin coconut oil, Motor speed control, PID.*

Abstrak. *Virgin coconut oil* adalah hasil modifikasi proses pembuatan minyak kelapa sehingga dihasilkan produk dengan kadar air dan kadar asam lemak bebas yang rendah, berwarna bening, dan berbau harum. Ada tiga metode yang dapat diterapkan dalam pembuatan *virgin coconut oil* yaitu metode pemanasan bertahap, fermentasi, dan mekanik pengadukan. Tetapi metode pengadukan merupakan metode yang paling efektif karena hemat bahan bakar (tanpa pemanasan) dan tanpa penambahan zat aditif. Prinsip metode pengadukan adalah putaran dari pengaduk bertujuan untuk mengganggu emulsi agar terdispersi atau pecah. Santan memerlukan pengadukan dengan kecepatan yang stabil agar waktunya lebih efisien. Proses pengadukan harus tetap dijaga stabil dengan mengontrol kecepatan putar motor DC agar menghasilkan produk *virgin coconut oil* dengan kualitas yang baik. Pada proses pengadukan santan menggunakan metode PID (*Proportional-Integral-Derivative*). Untuk menentukan nilai K_p , K_i , K_d menggunakan metode Ziegler Nichols 2 (metode osilasi) pada setpoint=300 RPM didapatkan nilai $K_p = 2,8$; $K_i = 0,125$; $K_d = 0.032$ sehingga menghasilkan respon dengan nilai delay time = 3s, Rise Time = 4s, Peak Time = 4s, maksimum overshoot = 7%, settling time = 13s, dan error steady state = 4.3%. Perlakuan kecepatan putar berpengaruh terhadap kualitas VCO yang dihasilkan, perlakuan kecepatan putar terbaik dengan nilai 500 RPM dengan nilai randemen VCO sebesar 20,2%. Perlakuan waktu pengadukan berpengaruh terhadap kualitas VCO yang dihasilkan, perlakuan waktu terbaik yaitu pada waktu pengadukan 30 menit dengan nilai randemen VCO sebesar 21,1%.

Kata Kunci: *Virgin coconut oil, Kontrol kecepatan putar, PID.*

I. PENDAHULUAN

Kelapa merupakan salah satu potensi komoditas pertanian unggulan di Indonesia. Menurut Dirjen Perkebunan, saat ini luas kelapa nasional tahun 2022 adalah 3.235.308 ha dengan produksi setara kopra

sebesar 2.763.689 ton. Pemanfaatan produk hasil dari buah pohon kelapa diantaranya yaitu santan, kelapa parut kering dan minyak goreng. Minyak kelapa murni atau *virgin coconut oil* merupakan salah satu produk hasil yang dapat diperoleh dari

buah kelapa yang memiliki kualitas lebih tinggi dari minyak goreng biasa.

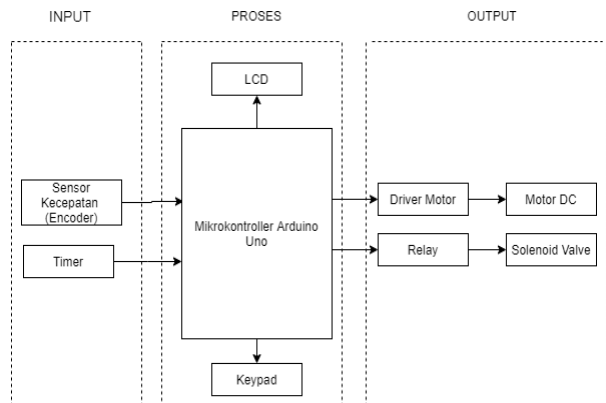
Terdapat tiga metode saat ini yang dapat diterapkan dalam pembuatan minyak kelapa murni. Tiga metode tersebut meliputi metode pemanasan, metode fermentasi, dan metode pengadukan. Metode pemanasan mengakibatkan minyak menjadi berbau gosong dan warnanya tidak transparan. Metode fermentasi memiliki proses yang sulit dikontrol dan kualitas minyak yang masih rendah. Metode pengadukan memiliki proses yang sederhana, efisien karena tidak memerlukan bahan bakar, dan tidak perlu menambahkan zat aditif. Pada penelitian ini menerapkan metode pengadukan karena memiliki proses yang sederhana. Prinsip metode pengadukan adalah memisahkan minyak kelapa dari ikatan emulsi dengan protein sebagai pengemulsi dan air yang terkandung dalam santan. Saat ikatan ini putus, minyak terakumulasi secara terpisah, dan sementara itu protein akan menyatu, kemudian air terpisah dari keduanya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan dan waktu putaran terhadap kualitas *virgin coconut oil* yang diperoleh dari metode pengadukan.

II. METODOLOGI

A. Diagram Block Sistem

Diagram blok sistem yang mempunyai 3 blok yaitu input, proses dan output. Dimana pada bagian blok input meliputi sensor kecepatan putar (*encoder*) dan timer. Sensor kecepatan putar (*encoder*) digunakan sebagai sensor pendeteksi putaran motor DC, dan timer digunakan untuk mengatur seberapa lama waktu pengadukan berlangsung. Pada bagian blok proses meliputi mikrokontroler arduino yang menjadi *controller* pada *plant*. Keypad digunakan untuk input nilai timer dan nilai kecepatan putar motor. LCD 16x2 yang berfungsi sebagai penampil data parameter yang telah dibaca oleh sensor. Pada bagian blok output meliputi driver motor DC yang berfungsi untuk memberikan arus listrik yang dibutuhkan untuk motor DC. Kemudian terdapat relay 2 *channel* yang berfungsi sebagai *switching* pada rangkaian penghubung antara mikrokontroler dan

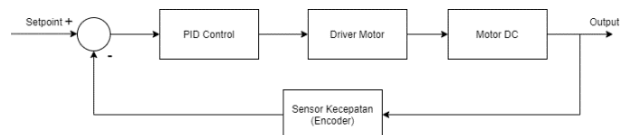
solenoid valve. Kemudian terdapat motor DC yang berfungsi sebagai aktuator pada alat pengadukan santan, terdapat juga aktuator plant berupa solenoid valve yang berfungsi untuk mengeluarkan minyak yang dihasilkan. Gambar 1 merupakan diagram blok sistem secara keseluruhan, terdiri dari blok input, blok proses dan blok output.



Gambar 1. Diagram blok sistem

B. Diagram Block Kontrol

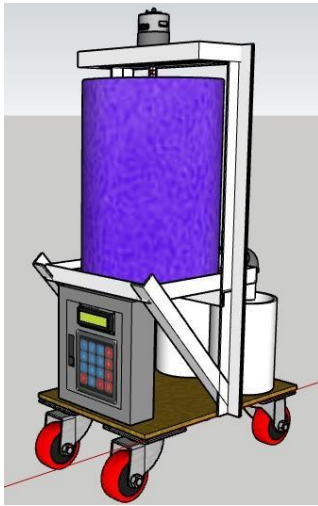
Pada perancangan kontrol PID, terdiri dari blok PID kontrol yang berfungsi untuk mengatur putaran motor DC, dengan cara membandingkan antara nilai RPM dari setpoint dengan nilai RPM dari *feedback* sensor *encoder*. Terdapat juga driver motor DC berfungsi memberikan arus listrik yang dibutuhkan motor untuk bekerja. Kemudian ada motor DC berfungsi sebagai aktuator pada alat pengadukan santan. Berikut adalah diagram blok kontrol yang ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. Diagram blok kontrol

C. Perancangan Mekanik

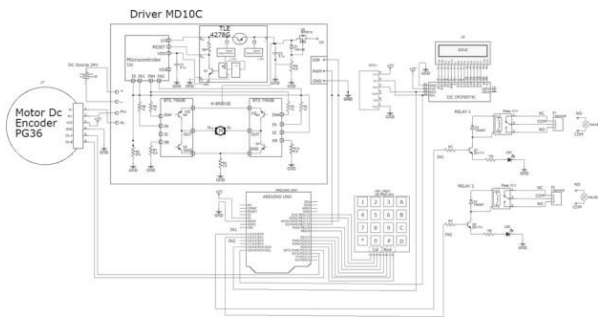
Pada perancangan mekanik, kerangka penyangga berupa besi hollow dengan ukuran 30cm x 40cm x 80cm. Sementara wadah tanki terbuat dari bahan plastik dengan ukuran 20cm x 30cm berkapasitas 10 liter. Pada gambar 3 dibawah ini merupakan perancangan desain mekanik alat sebagai berikut:



Gambar 3. Desain mekanik

D. Perancangan Elektronik

Sumber tegangan yang dibutuhkan adalah sumber DC 24 volt. Untuk aktuator menggunakan motor DC 24VDC dan solenoid valve 12 VDC. Motor DC yang digunakan adalah motor DC PG36 dengan spesifikasi memiliki torsi sebesar 7.6kgfcm (0.7453054Nm) dan RPM = 625. Gambar 4 merupakan gambar rangkaian elektrik dari plant secara keseluruhan.

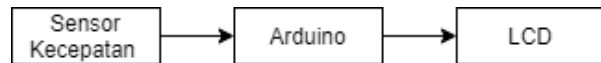


Gambar 4. Perancangan elektronik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Kecepatan Putar (RPM)

Pengujian RPM dilakukan untuk memastikan kesesuaian nilai pembacaan sensor kecepatan motor secara real menggunakan tachometer. Pengujian ini dilakukan berdasarkan perubahan nilai kenaikan PWM sebesar 50 PWM. Tabel 1 adalah hasil dari perbandingan pembacaan sensor kecepatan dengan tachometer.

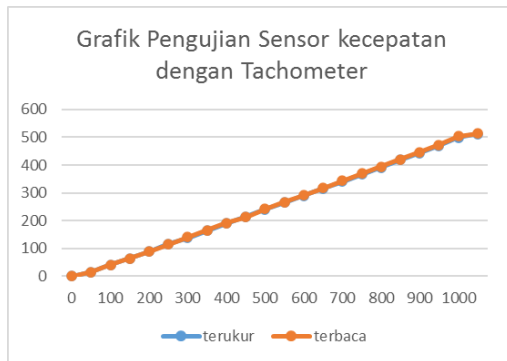


Gambar 5. Blok rangkain pengujian sensor

Pada Gambar 5 merupakan blok pengujian sensor kecepatan akan dibandingkan dengan tachometer. Sensor kecepatan sudah terdapat di dalam motor DC, sensor akan mengirim data serial ke Arduino UNO. Pin sensor kecepatan berupa chA dihubungkan pada pin 2 Arduino UNO dan pin chB dihubungkan pada pin 3 Arduino UNO. Untuk pin I2C LCD berupa VCC, GND, SCL di A5, dan SDA di A4. nilai RPM dari sensor tersebut dibandingkan dengan nilai pada tachometer. Dari perbandingan tersebut akan muncul nilai error yang akan digunakan untuk pengujian sensor kecepatan. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perbandingan pembacaan sensor kecepatan dengan tachometer

NO	Input	Output RPM		
	PWM	Encoder	Tachometer	Error
1	0	0	0	0%
2	50	15	15.1	0.6%
3	100	40	40.9	2.25%
4	150	64	63.8	0.32%
5	200	88	87.7	0.34%
6	255	116	115.2	0.69%
7	300	138	140.1	1.49
8	350	164	164.7	0.42%
9	400	189	191.1	1%
10	450	214	212.5	0.7%
11	500	240	241.3	0.54%
12	550	265	266.6	0.6%
13	600	290	291.6	0.55%
14	650	315	317.2	0.7%
15	700	341	343.1	0.61%
16	750	367	369	0.55%
17	800	391	394.1	0.79%
18	850	418	420.9	0.7%
19	900	444	446.1	0.48%
20	950	469	472.7	0.79%
21	1000	499	503.3	0.85%
22	1023	512	514.3	0.45%

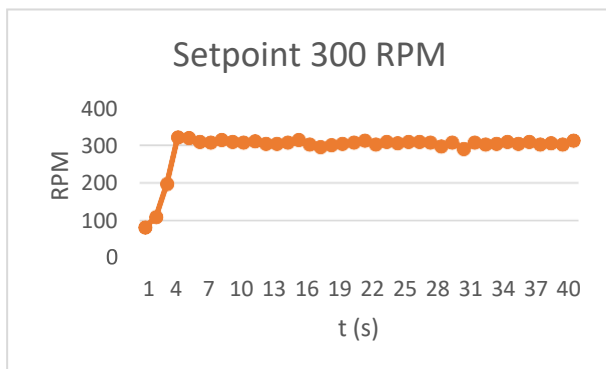


Bagan 1. Bagan pengujian sensor kecepatan dengan tachometer

Data pembacaan kecepatan motor DC menggunakan sensor encoder dan tachometer menunjukkan gambar bagan 1 yang linear yakni besar nilai PWM berbanding lurus dengan RPM yang dikeluarkan motor dan dapat diamati berdasarkan data pada tabel diatas bahwa selisih pembacaan sensor encoder dengan pembacaan tachometer relative kecil, error maksimal 2.25% dan error minimal 0.

B. Pengujian Kontrol PID

Pengujian kontrol dilakukan dengan 3 pengujian pada setpoint yang berbeda dengan beban maksimal yaitu 5 liter. Pengujian pertama dengan setpoint 300 RPM, pengujian kedua dengan setpoint 350 RPM, dan pengujian ketiga dengan setpoint 400 RPM.

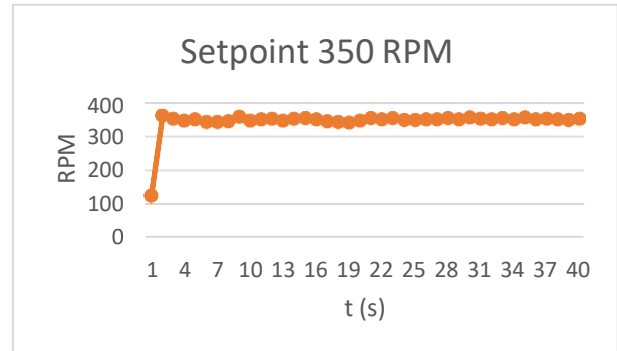


Bagan 2. Grafik respon pada setpoint 300

Dari bagan 2, didapatkan respon:

- Delay Time : 3s
- Rise Time : 4s
- Peak Time : 4s

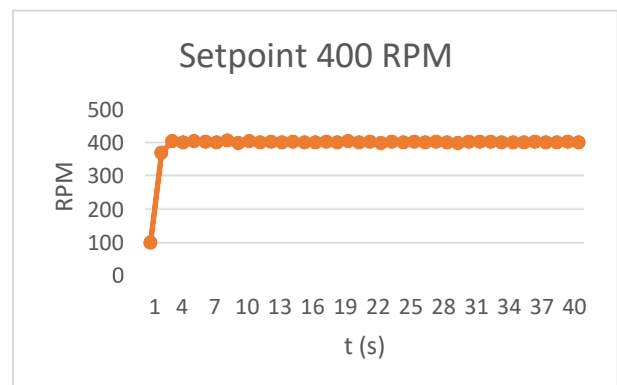
- Overshoot : $\frac{321-300}{300} \times 100\% = 7\%$
- Settling Time : 12s
- Error Steady State : $\frac{314-300}{300} \times 100\% = 4.6\%$



Bagan 3. Grafik respon pada setpoint 350

Dari bagan 3, didapatkan respon:

- Delay Time : 2s
- Rise Time : 3s
- Peak Time : 3s
- Overshoot : $\frac{360-350}{350} \times 100\% = 2.8\%$
- Settling Time : 5s
- Error Steady State : $\frac{356-350}{350} \times 100\% = 1.7\%$



Bagan 4. Grafik respon pada setpoint 400

Dari bagan 3, didapatkan respon:

- Delay Time : 2s
- Rise Time : 3s
- Peak Time : 3s
- Overshoot : $\frac{404-400}{400} \times 100\% = 1\%$
- Settling Time : 5s
- Error Steady State : $\frac{402-400}{400} \times 100\% = 0.5\%$

Dari ketiga pengujian dengan setpoint yang berbeda, maka didapat hasil respon sistem pada Tabel 2.

Tabel 2. Respon sistem

No	Setpoint (RPM)	Delay Time	Rise Time	Peak Time	Max Over shoot (%)	Settling Time	Error Steady State (%)
1	300	3s	4s	4s	7%	12s	4.6%
2	350	2s	3s	3s	2.8%	5s	1.7%
3	400	2s	3s	3s	1%	4s	0.75%

Untuk menentukan respon sistem yang paling baik dapat dilihat pada nilai Error Steady State, Settling Time, Max Overshoot, dan Rise Time. Dari hasil respon sistem yang ditunjukkan pada Tabel 2 bahwa nilai Error Steady State dari ketiga setpoint memiliki nilai yang berbeda yaitu dengan nilai Error paling kecil pada setpoint (400 RPM). Kemudian nilai Settling Time yang paling baik adalah pada setpoint (400 RPM). Max Overshoot yang paling baik adalah pada setpoint (1%) dan Rise Time yang paling baik adalah (400RPM). Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa nilai respon sistem yang paling baik adalah pada setpoint (400 RPM).

C. Pengujian Pengaruh Kecepatan RPM Terhadap Kualitas VCO

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan terhadap kualitas VCO. Kecepatan RPM dibuat bervariasi antara lain 300, 400, dan 500. Untuk menentukan kualitas VCO, menggunakan 2 parameter yaitu randemen VCO dan nilai pH. Nilai pH diukur menggunakan pH meter, sedangkan Randemen VCO diukur melalui perhitungan rumus 1 seperti berikut:

$$\text{Randemen VCo} = \frac{\text{Volume VCo (ml)}}{\text{Volume Krim (ml)}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 3. Pengaruh kecepatan RPM

No	Nilai RPM	Kualitas VCO	
		Randemen VCO (%)	Nilai pH
1	300	17.6%	5.6
2	400	19.4%	5.6
3	500	20.2%	5.6

Dari tabel 3 diatas terlihat bahwa putaran optimum untuk menghasilkan VCO maksimum (345 mL) adalah 500 RPM dengan randemen 20.2%. nilai randemen tersebut sudah mendekati kisaran randemen kualitas VCO yang baik yaitu 21.93%-23.44%. Perlakuan kecepatan putaran tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH. Nilai pH VCO yang dihasilkan sudah mendekati nilai standar VCO yaitu 5-6.

D. Pengujian Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas VCO

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan terhadap kualitas VCO. Waktu pengadukan dibuat bervariasi antara lain 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Untuk menentukan kualitas VCO, menggunakan 2 parameter yaitu randemen VCO dan nilai pH. Nilai pH diukur menggunakan pH meter, sedangkan randemen VCO diukur melalui perhitungan, berikut perhitungan randemen VCO berdasarkan variasi waktu pengadukan

Tabel 4. Pengaruh waktu pengadukan

No	Waktu Pengadukan (menit)	Kualitas VCO	
		Randemen VCO	Nilai pH
1	30	21.1%	5.6
2	45	18.8%	5.6
3	60	17.6%	5.6

Dari tabel 4 diatas terlihat bahwa waktu pengadukan optimum untuk mengasilkan VCO maksimum (360 mL) adalah 30 menit dengan randemen 21.1%. Nilai randemen tersebut sudah mendekati kisaran randemen kualitas VCO yang baik yaitu 21.93%-23.44%. Perlakuan waktu putaran tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH. Nilai pH VCO yang dihasilkan sudah mendekati nilai standar VCO yaitu 5-6.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil Perancangan alat pengaduk santan dalam pembuatan virgin coconut oil. memiliki beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penulis dalam penelitian ini adalah Sistem kontrol PID dapat diimplementasikan dalam perancangan ini untuk menjaga putaran motor tetap

stabil. Dengan menerapkan metode zigler Nichols 2 (metode osilasi) didapatkan nilai $K_p=2.8$, $K_i=0.125$, dan $K_d=0.032$. Kecepatan putar motor (RPM) berpengaruh terhadap kualitas VCO, dimana dari 3 percobaan RPM yang diberikan antara lain 300, 400, dan 500 rpm, nilai 500 rpm dapat menghasilkan kualitas VCO yang baik dengan nilai randemen 20,2%. Waktu pengadukan juga berpengaruh terhadap kualitas VCO, dimana dari 3 variasi waktu yang diberikan antara lain 30, 45, dan 60 menit, waktu 30 menit dapat menghasilkan kualitas VCO yang baik dengan nilai randemen 21,1%.

Sedangkan untuk Saran yaitu dari segi kontrol, penyempurnaan alat dapat dilakukan dengan metode control lain seperti fuzzy untuk mendapatkan respon sistem yang lebih baik. Dari segi elektrik, penyempurnaan wiring di dalam box control agrar mudah diperbaiki, ketika terjadi troubleshooting

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Agus Pracoyo, M.T dan Gillang Al Azhar, S.S.T., M.Tr.T. atas dukungan terhadap penelitian yang telah dilakukan.

REFERENSI

- [1] Dali, A. (n.d.). Pengaruh Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu pendiaman Terhadap Rendemen dan Kualitas Minyak Kelapa Murni. 48-58.
- [2] Fatikasari, W. (2020). Kontrol Kecepatan Motor AC Pada Alat Pengadukan Adonan Keramik Dengan Metode PID. Malang.
- [3] k, O. (1996). Teknik Kontrol Automatik Sistem Pengaturan Jilid 2.
- [4] Kadir, A. (n.d.). Arduino Mega.
- [5] Khalid, M. (2020). Implementasi Kontrol PID Untuk Pengaturan Kecepatan Motor DC Pada Proses Pengupasan Kulit Bawang Merah. Malang.
- [6] Muslihin, & Riyani, C. (2018). Mengolah Virgin Coconut Oil dengan Pengadukan Mekanik. 6-9.
- [7] Nazhiroh, L. (2021). Sistem Kendali PID Pada Motor DC Dalam Proses Pengemasan Hasil Produksi Jamu Kunyit asam. Malang.
- [8] Purwanto, D. (2006). Aplikasi Metode Pengadukan Pada Proses Pembuatan Virgin Coconut Oil. Teknologi Oleo dan Petrokimia Indonesia, 1-7.
- [9] Ravidya, G. F. (2018). Kontrol Kecepatan Putar Motor DC Untuk Pengupas Kulit ari Kedelai Menggunakan Metode PID Dalam Proses Pembuatan Tempe. Malang.
- [10] Reniana, & Natalia, D. (2018). Pengembangan Alat Pemisah Minyak Kelapa Murni Berpengaduk. Agritechnology, 34-39.
- [11] Sembodo, B., Noorlyta, A., & Erika, N. (2010). Pengaruh Kecepatan Putar Pengaduk Proses Pemecahan Emulsi Santan Buah Kelapa Menjadi Virgin Coconut Oil. Ekuilibrium, 17-22.
- [12] Setia, I. A. (2018). Kendali Tekanan Pada Circulating Pump Dalam Pembuatan Virgin Coconut Oil. Malang.
- [13] Sutrisno, H. (1995). Analisis Regresi.
- [14] Ukasyah, A. B. (2022). Sistem Kendali Putaran Motor DC Berbasis Arduino menggunakan Aplikasi Blynk . Malang.