

Implementasi Kontrol PID Pada Sistem Pengisian Serbuk Temulawak Instan di UD. Asrifood

Miftaqul Hudhajanna¹, Herwandi², Imam Saukani³

Politeknik Negeri Malang

Email: hudhatakhul@gmail.com, herwandi@polinema.ac.id, imam.saukani@polinema.ac.id

KATA KUNCI

Filling Machine,
Temulawak,
Load cell,
Kontrol PID

ABSTRACT

Temulawak has many benefits for the human body. This is an opportunity for the community to create MSMEs that come from processed ginger. One of the processed products derived from ginger is instant ginger. One of the MSMEs that produces instant ginger is Asrifood. Asrifood is located in the Segunung Traditional Village area which is owned by Mrs. Ani Muslimah. However, the process of filling instant ginger powder into packaging still uses conventional methods. With this conventional method, of course the time required is also quite long and the energy required is also large. The aim of this research is to create a filling machine system and implement PID control in the instant ginger powder filling process. In making the filling machine, a Screw driven by a DC motor is used for the process of distributing ginger powder into packaging, apart from that there is an Arduino as the controller. The distribution results will be read by the Load cell and will be displayed on the LCD. The Load cell functions as feedback for PID control. From the test results with parameters $K_p=4.1$ $K_i=0.01$ and $K_d=0.1$, an average error value of 0.35% was obtained. The results of the time required to fill ginger powder with a set point of 100 grams is 1.68 seconds, while at a set point of 250 grams it takes 3.81 seconds..

KATA KUNCI

Mesin Pengisi,
Temulawak,
Sel beban,
Memeriksa PID

ABSTRAK

Temulawak memiliki banyak sekali manfaat bagi tubuh manusia. Hal ini menjadi peluang bagi masyarakat dalam membuat UMKM yang berasal dari olahan temulawak. Salah satu produk olahan yang berasal dari temulawak adalah temulawak instan. Salah satu UMKM yang memproduksi temulawak instan adalah Asrifood. Asrifood terletak di daerah Kampung Adat Segunung yang dimiliki oleh Ibu Ani Muslimah. Namun dalam proses pengisian serbuk instan temulawak ke dalam kemasan masih menggunakan cara konvensional. Dengan cara konvensional tersebut tentu saja waktu yang diperlukan juga cukup lama serta tenaga yang dibutuhkan juga besar. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat sistem filling machine dan mengimplementasikan kontrol PID pada proses pengisian serbuk temulawak instan. Dalam pembuatan mesin pengisian memanfaatkan Screw yang digerakkan motor DC untuk proses pendistribusian serbuk temulawak kedalam kemasan, selain itu terdapat Arduino sebagai pengontrolnya. Hasil pendistribusian akan dibaca oleh Load cell dan akan ditampilkan pada LCD. Load cell berfungsi sebagai

feedback untuk kontrol PID. Dari hasil pengujian dengan parameter $K_p=4,1$, $K_i=0,01$ dan $K_d=0,1$ didapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 0,35%. Hasil waktu yang dibutuhkan pengisian serbuk temulawak dengan *setpoint* 100 gram yaitu 1,68 detik, sedangkan pada *setpoint* 250 gram membutuhkan waktu 3,81 detik.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil rempah-rempah terbesar di dunia (Rosyadah, 2022). Manfaat rempah-rempah yakni dapat digunakan sebagai bumbu, penguat cita rasa, pengharum, kosmetik, serta jamu atau obat herbal (Nurhayati, Ts, & Yusof, 2022). Salah satu jenis tanaman herbal yaitu Temulawak (Syamsudin, Perdana, & Mutiaz, 2019). Temulawak mengandung protein, pati zat warna kuning kurkuminoid (yang terdiri dari kurkumin dan kurkuminoid) (Putri, 2013). Selain itu temulawak juga mengandung minyak atsiri yang bermuatan felandren dan turmenol, terdapat juga kurkumin dan pati dengan dosis 0,5 gram sampai 1 gram sangat baik untuk antipasmotika dan obat kolagoga (kartasapoetra, 1996).

Menurut Fauzi (2019) Khasiat temulawak mengobati bau badan yang kurang sedap, membersihkan darah, mengobati penyakit kuning, demam malaria dan sembelit. Hal ini menjadi peluang bagi masyarakat dalam membuat home industry dan UMKM yang berasal dari olahan temulawak. Salah satu produk olahan yang berasal dari temulawak adalah temulawak instan (Khamidah, Antarlina, & Sudaryono, 2017). Salah satu UMKM yang memproduksi temulawak instan adalah Asrifood (Indartuti & Rahmiyati, 2021). Asrifood terletak di daerah Kampung Adat Segunung yang dimiliki oleh Ibu Ani Muslimah. Namun dalam proses pengisian serbuk instan temulawak ke dalam kemasan masih menggunakan cara konvensional. Dengan cara konvensional tersebut tentu saja waktu yang diperlukan juga cukup lama serta tenaga yang dibutuhkan juga besar. Untuk mengurangi permasalahan tersebut diperlukan sebuah alat yang dapat melakukan proses pengisian serbuk temulawak instan secara otomatis yang biasanya dikenal dengan *filling machine powder*. *Filling machine powder* merupakan mesin kemasan yang berfungsi untuk mengisi produk dalam bentuk bubuk maupun granul kedalam kemasan secara otomatis.

Pada penelitian Hermawan, dkk. (2000) yang berjudul Rancang Bangun *Bagging Machine* Pada Pengemasan Tepung Berbasis PID dengan Sistem *Monitoring Online* membuat sebuah alat pengisian pengisian tepung yang mana mampu mengurangi waktu pengisian tepung dan mendapatkan hasil yang optimal. Pada penelitian ini bertujuan membuat sistem *filling machine* dan mengimplementasikan kontrol PID pada proses pengisian serbuk temulawak instan sehingga mempercepat pada waktu pengisian dan menghasilkan keluaran yang konstan, selain itu dapat mengatasi permasalahan yang ada pada UMKM Asrifood dan juga meningkatkan produktifitas dan tingkat keefisiensian produksi Asrifood.

METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan pengerjaan meliputi perancangan mekanik, perancangan elektrik, perancangan *software* dan blok diagram.

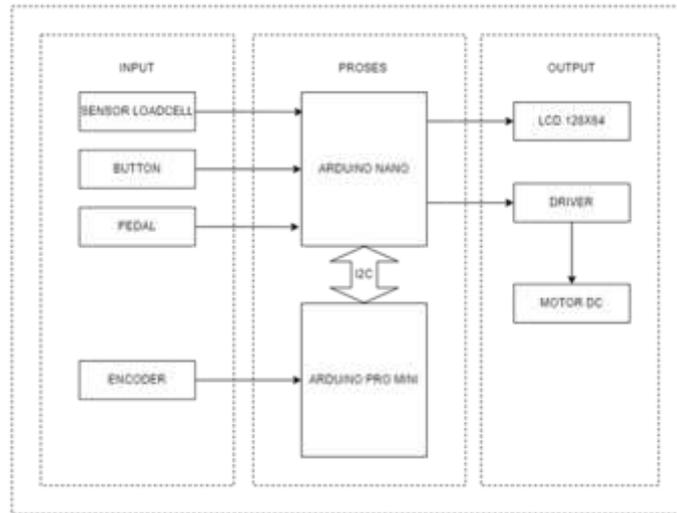
1. Blok diagram

Pada bagian blok diagram dibagi menjadi dua bagian yaitu blok diagram system dan blok diagram kontrol

a. Diagram blok sistem

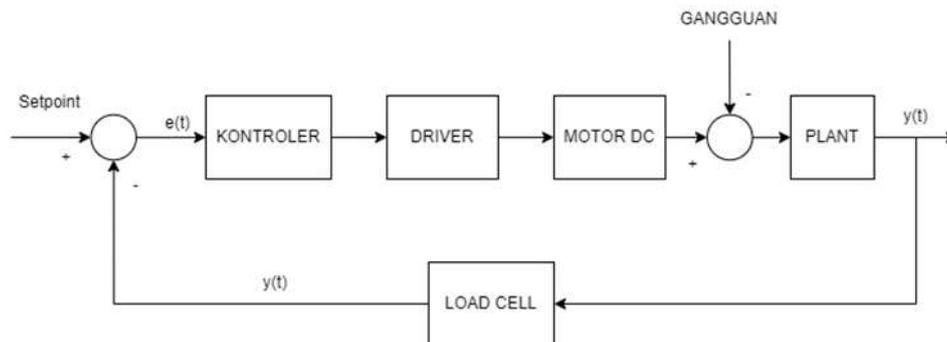
Pada Gambar 1 blok diagram sistem terdapat 3 bagian yaitu input, proses dan *output*. Pada bagian input terdiri dari *Rotary Encoder* yang berfungsi untuk membaca putaran RPM dari *Screw*, button yang berfungsi untuk pemilihan menu dan *setpoint*, *Load cell* yang berfungsi untuk membaca berat temulawak yang keluar dari *Screw*. Pada bagian proses menggunakan 2 mikrokontroler yakni Arduino Nano dan Arduino Pro Mini. Arduino Pro Mini berfungsi sebagai master yang nantinya membaca data sensor dari *Rotary Encoder* kemudian diproses

Implementasi Kontrol PID Pada Sistem Pengisian Serbuk Temulawak Instan di UD. Asrifood dan dikirimkan ke Arduino Nano sebagai Slave yang nantinya akan ditampilkan ke LCD. Arduino Nano berperan sebagai pembaca *output* dari Button, *Load cell* dan juga digunakan untuk membangkitkan sinyal PWM sebagai inputan dari *Driver* motor. Pada bagian *output* terdiri dari LCD yang berfungsi untuk menampilkan nilai pembacaan sensor *Load cell* dan sensor *rotary encoder* serta berfungsi menampilkan beberapa pilihan menu, motor DC yang berfungsi untuk menggerakkan *Screw* agar dapat mendorong serbuk temulawak dari Hopper menuju ke dalam kemasan.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

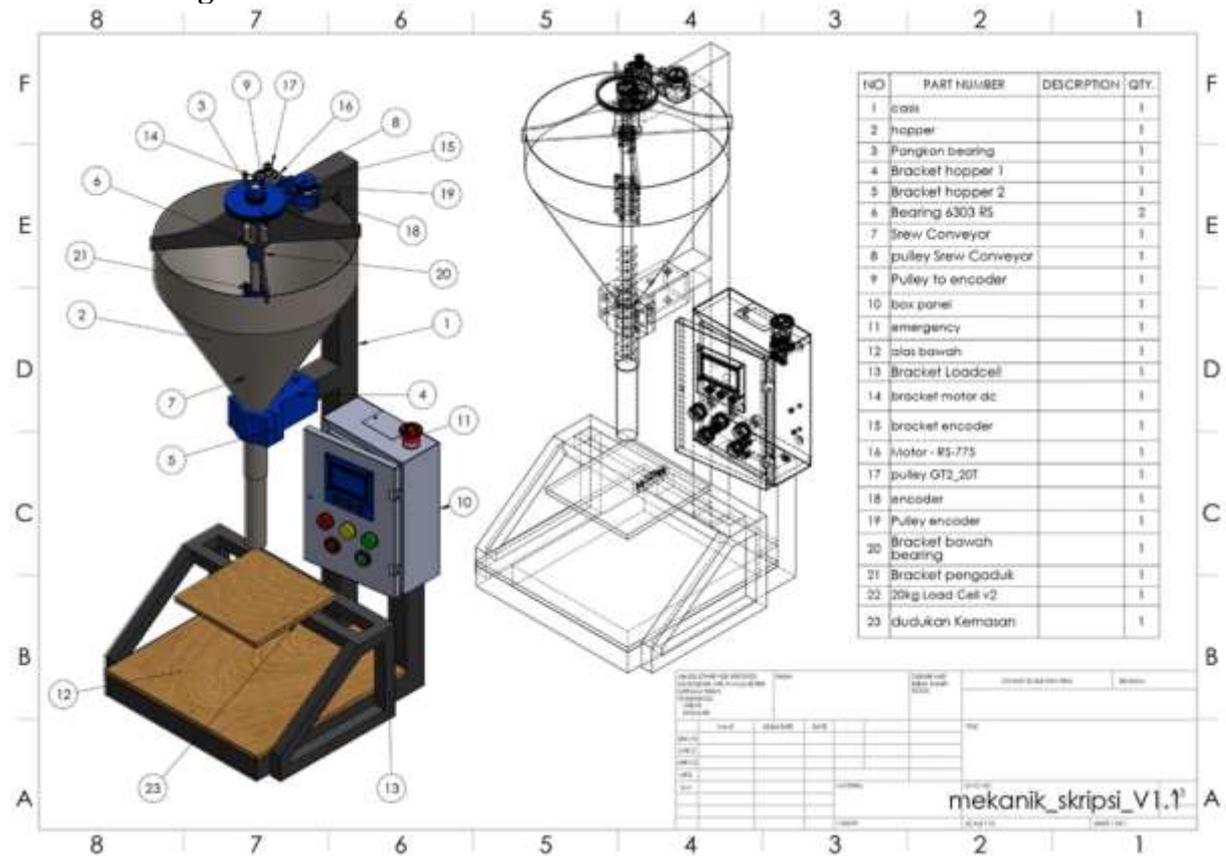
b. Diagram blok kontrol



Gambar 2 Blok Diagram Kontrol

Gambar 2 merupakan gambar blok diagram kontrol. Nilai masukan (*setpoint*) sistem berupa berat (gram). Kemudian nilai *setpoint* masuk ke dalam kontroler. Kontroler yang digunakan yaitu PID. Kontroler akan menghitung dan mengeluarkan sinyal berupa sinyal PWM yang nantinya menjadi input dari *Driver*. Aktuator berupa Motor DC yang nantinya menggerakkan plant yang berupa *Screw*. Gangguan berupa beban yang akan didorong oleh *Screw* conveyor dan juga gangguan mekanis lainnya. *Output* dari sistem berupa berat sesungguhnya (gram) yang nantinya akan dibaca oleh *Load cell*. Hasil dari pembacaan *Load cell* kemudian menjadi feedback dan akan dibandingkan dengan nilai *setpoint* sehingga menghasilkan nilai *error*. Nilai *error* tersebut akan menjadi inputan dari kontroler.

2. Perancangan mekanik



Gambar 3 Perancangan Mekanik

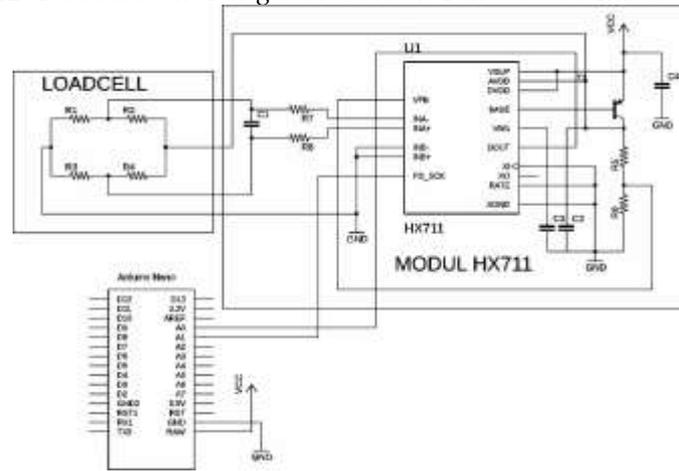
Gambar 3 merupakan perancangan mekanik system. Pada bagian casis menggunakan bahan besi holo dengan ukuran 5x5. Adapun pemilihan material besi holo yang digunakan dikarenakan bahan relative murah dan juga kokoh. Pada bagian hopper dan *Screw* menggunakan bahan stainless dikarenakan memperhatikan tingkat kehygienisan temulawak. Adapun dimensi dari perancangan yang dibuat yakni panjang 38 cm, lebar 42 cm, tinggi 110 cm.

3. Perancangan elektrik

Dalam perancangan elektrik terdiri dari perancangan rangkaian sensor *Load cell*, perancangan rangkaian sensor *Rotary Encoder* dan perancangan rangkaian *driver* motor DC.

a. Perancangan rangkaian sensor *Load cell*

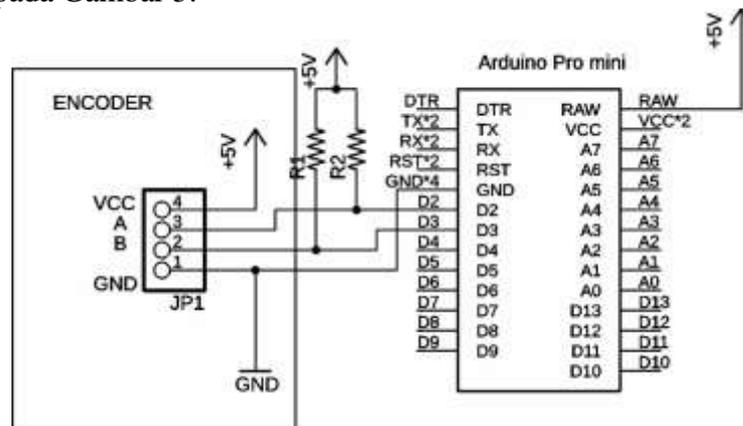
Sensor *Load cell* berfungsi untuk membaca berat serbuk temulawak yang keluar dari *Screw*. Di dalam *Load cell* terdapat 4 resistor yang disusun menyerupai jembatan Wheatstone. Ketika *Load cell* diberi tekanan atau beban maka akan terjadi renggangan sehingga nilai resistansi yang ada didalam sensor tersebut akan terjadi perubahan yang menyebabkan adanya perubahan tegangan. Tegangan yang dikeluarkan oleh sensor *Load cell* tersebut sangatlah kecil sehingga diperlukan rangkaian penguat berupa HX711. Gambar 4 merupakan perancangan rangkaian sensor *Load cell*. Didalam sensor *Load cell* terdapat 4 kabel yang berbeda warna. Kabel warna merah terhubung dengan pin E+ modul HX711, warna hitam terhubung ke pin E-, warna hijau terhubung ke pin A-, warna putih terhubung ke pin A+. pin Arduino yang digunakan yaitu pin A0 terhubung dengan pin DOUT dan pin A1 terhubung dengan pin SCK.



Gambar 4 Perancangan Rangkaian Load cell

b. Perancangan rangkaian sensor Rotary Encoder

Rotary Encoder berfungsi untuk membaca kecepatan dari putaran motor. Data yang dikeluarkan oleh sensor encoder berupa pulsa. Pulsa tersebut akan dibaca melalui pin interrupt dari Arduino. Arduino hanya memiliki dua pin inerrupt yaitu INT0 pada pin D2 dan INT1 pada pin D3. Pin A pada encoder terhubung dengan pin D3 arduino, pin B pada encoder terhubung dengan pin D2 pada Arduino. Adapun perancangan rangkaian sensor Rotary Encoder dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Perancangan Rangkaian Rotary Encoder

Untuk mengubah pulsa encoder ke dalam RPM maka memerlukan pengkonversian. Adapun persamaan yang digunakan untuk pengkonversian adalah sebagai berikut:

$$RPM = \frac{pulse}{pulse\ per\ revolusi} \times \frac{60\ detik}{time\ sampling\ dalam\ detik} \tag{1}$$

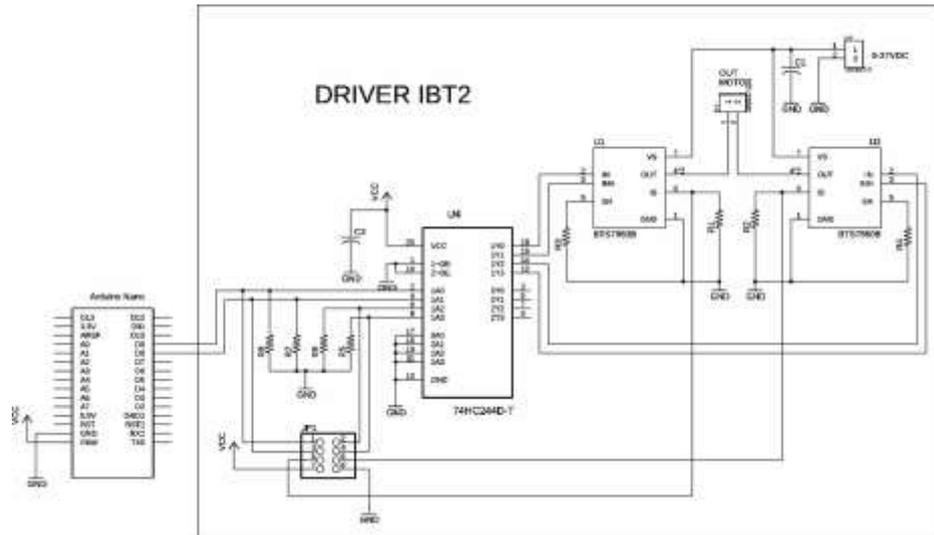
Dimana:

- RPM : kecepatan rotasi dalam Revolusi Per Menit.
- pulse : jumlah pulsa yang terhitung dalam sampling waktu
- pulse per revolusi : jumlah pulsa yang dihasilkan oleh encoder untuk satu putaran penuh
- time sampling : waktu pengambilan jumlah pulsa pada interval waktu tertentu

c. Perancangan rangkaian driver motor DC

Driver berfungsi untuk mengontrol motor DC. Kecepatan putaran motor DC dapat dikontrol dengan mengatur sinyal PWM. Driver yang digunakan yaitu IBT2 yang mana mampu

Implementasi Kontrol PID Pada Sistem Pengisian Serbuk Temulawak Instan di UD. Asrifood menahan beban sebesar 49A. Adapun rangkaian dalam dari *Driver* IBT2 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6 Perancangan Rangkaian *Driver* IBT2

Pada rangkaian dalam IBT2 menggunakan IC BTS7960 yang mana didalam IC tersebut terdapat 2 mosfet tipe N dan tipe P yang berfungsi sebagai switching. pada *Driver* IBT2 juga terdapat IC 74HC244D yang berfungsi sebagai IC buffer. Buffer yaitu rangkaian yang mengambil sinyal input dan mereproduksinya pada *output* tanpa mengubah level logikanya. IC berfungsi untuk mengisolasi Arduino dengan rangkaian mosfet. *Driver* IBT2 dilengkapi dengan pengaturan L PWM, R PWM, L enable, R enable. Dikarenakan pada alat ini *Driver* digunakan untuk menggerakkan 1 arah maka tang terhubung dengan pin Arduino yaitu pin R PWM pada *Driver* terhubung dengan pin D9 dan Pin enable terhubung dengan pin D8 Arduino. Untuk mengatur tegangan yang keluar pada *Driver* menggunakan PWM yang ada pada Arduino. Nilai PWM pada arduino memiliki range 0-255. Nilai ini mempengaruhi panjang duty cycle yang nantinya masuk kedalam *Driver*. Nilai PWM 0 berarti nilai duty cycle = 0% hal ini berlaku juga pada nilai PWM 255 maka nilai duty cycle = 100%.

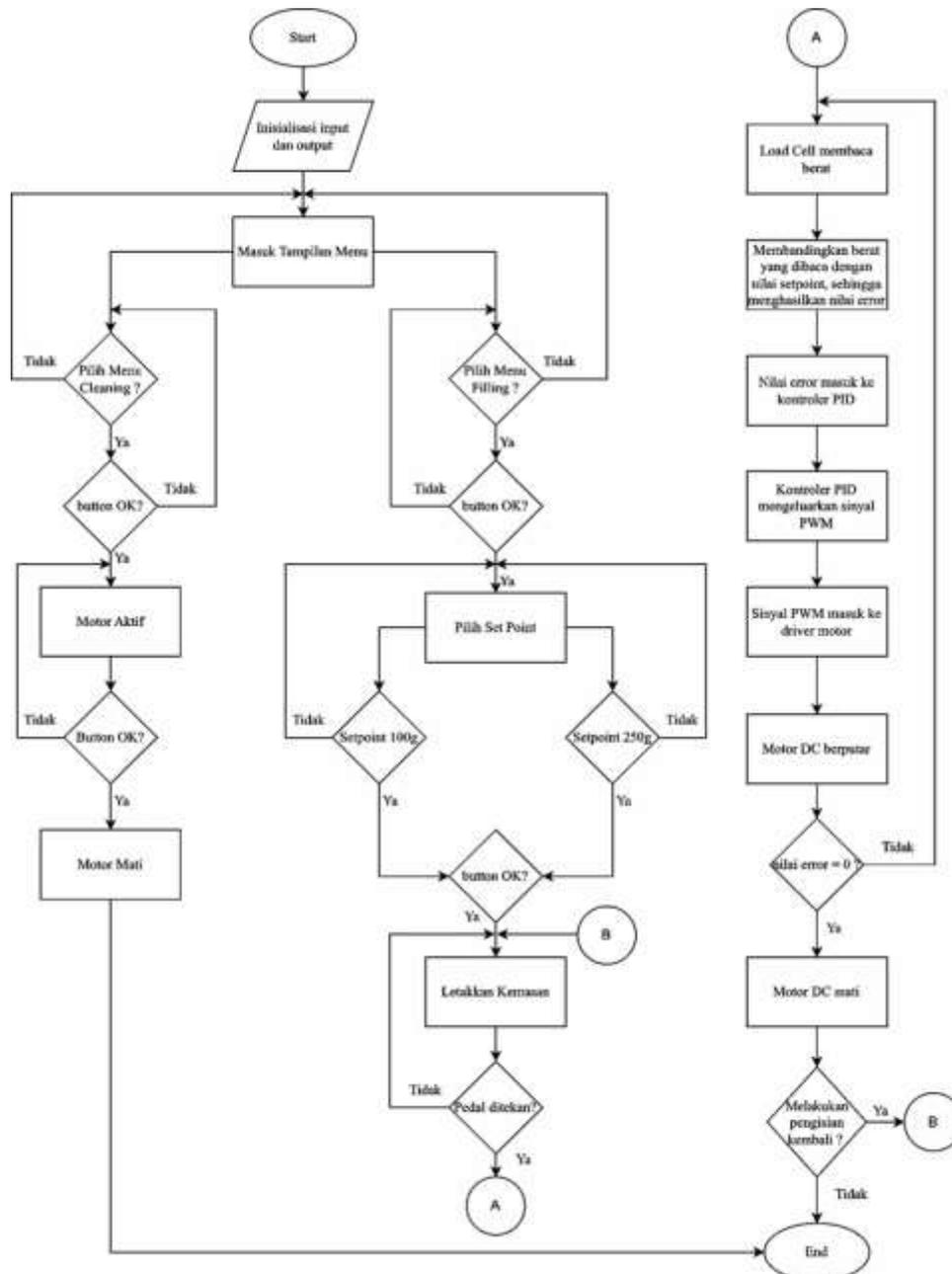
4. Perancangan *software*

Perancangan *software* bertujuan untuk membuat *flowchart* jalannya alat yang telah dibuat. Adapun Deskripsi *Flowchart* Sistem pada Gambar 9 yaitu:

1. Mulai, Mempersiapkan alat yang sudah di rancang.
2. Inisialisasi input dan juga *output*.
3. Beberapa pilihan menu akan tampil pada layar LCD.
4. Jika menu cleaning dipilih maka motor akan aktif untuk membersihkan serbuk temulawak yang ada pada Hopper
5. Jika menu filling dipilih maka akan masuk kedalam menu pemilihan *setpoint*
6. Terdapat 2 *setpoint* yang bisa dipilih yaitu 100 gram dan 250 gram.
7. Kemudian kemasan akan diletakkan di dudukan yang telah dibuat
8. Setelah itu apabila pedal ditekan maka *Load cell* akan membaca berat kemudian dikirimkan ke Arduino
9. Nilai yang dibaca *Load cell* akan dibandingkan dengan nilai *setpoint* sehingga menghasilkan nilai *error*.
10. Nilai *error* masuk ke dalam kontrol PID yang nantinya akan diproses dan menghasilkan *output* sinyal PWM.
11. Sinyal PWM masuk ke dalam *driver* yang nantinya menyebabkan motor DC berputar menggerakkan *Screw*.
12. Jika nilai *error* sama dengan 0 maka motor DC mati.

13. Apakah melakukan pengisian kembali? Jika ingin melakukan pengisian kembali maka kembali pada point 7.

14. Selesai



Gambar 7 Flowchart Perancangan Software

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perencanaan dan pembuatan langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian. Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem tersebut sudah bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan atau tidak, apabila masih belum memenuhi tujuan yang diharapkan maka dibahas apa saja yang menjadi penyebab dari sistem belum bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan.

1. Pengujian Sensor Load cell

Tujuan dari pengujian sensor *Load cell* yaitu mengetahui apakah sensor *Load cell* bekerja dengan baik. Pengujian sensor *Load cell* juga untuk membandingkan hasil pembacaan sensor

Implementasi Kontrol PID Pada Sistem Pengisian Serbuk Temulawak Instan di UD. Asrifood
Load cell dengan alat pembanding berupa timbangan. Tabel 1 merupakan tabel hasil pengujian sensor *Load cell*

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor *Load cell*

NO	<i>Load cell</i> (gram)	Timbangan (gram)	erorr (%)
1	0	0	0
2	19	20	5,00
3	39	40	2,50
4	59	60	1,67
5	79	80	1,25
6	99	100	1,00
7	125	125	0,00
8	149	150	0,67
9	174	175	0,57
10	200	200	0,00
11	225	225	0,00
12	250	250	0,00
13	300	300	0,00
14	349	350	0,29
15	399	400	0,25
16	449	450	0,22
17	499	500	0,20
18	549	550	0,18
19	599	600	0,17
20	699	700	0,14
21	798	800	0,25
22	899	900	0,11
23	1000	1000	0,00
24	1099	1100	0,09
25	1198	1200	0,17
Rata-rata error pembacaan <i>Load cell</i> dengan alat pembanding (%)			0,59

Dari hasil perhitungan *error* pada Tabel 1 pada pengujian sensor *Load cell* terdapat selisih antara pembacaan sensor *Load cell* dengan timbangan. Adapun perhitungan *error* adalah sebagai berikut:

$$Error(\%) = \frac{\text{pembacaan loadcell} - \text{pembacaan timbangan}}{\text{pembacaan timbangan}} \times 100\% \quad (2)$$

Setelah melakukan perhitungan *error* dari pembacaan *Load cell* dengan timbangan maka didapatkan nilai *error* maksimal yaitu 5% dan nilai *error* minimal yaitu 0%. Dari perhitungan diatas dapat ditentukan nilai *error* rata-rata dengan menggunakan persamaan:

$$Error \text{ rata - rata } (\%) = \frac{\text{jumlah error total}}{\text{jumlah pengambilan data}} \times 100\% \quad (3)$$

Dari perhitungan menggunakan persamaan 3 didapatkan bahwa nilai rata-rata *error* pembacaan sensor *Load cell* dengan timbangan yaitu sebesar 0,59%.

2. Pengujian Sensor Rotary Encoder

Tujuan dari pengujian sensor *Rotary Encoder* yaitu mengetahui apakah sensor *Rotary Encoder* bekerja dengan baik. Pengujian sensor *Rotary Encoder* juga untuk membandingkan

Implementasi Kontrol PID Pada Sistem Pengisian Serbuk Temulawak Instan di UD. Asrifood hasil pembacaan sensor *Rotary Encoder* dengan alat pembanding yaitu Tachometer. Table 2 merupakan tabel hasil pengujian sensor *Rotary Encoder*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor *Rotary Encoder*

NO	Encoder (Rpm)	Tachometer (Rpm)	Erorr (%)
1	140,96	141,62	0,47
2	318,94	318,57	0,12
3	507,33	506,22	0,22
4	627,26	627	0,04
5	768,76	765,62	0,41
6	897,66	884,42	1,50
Rata-rata error (%)			0,46

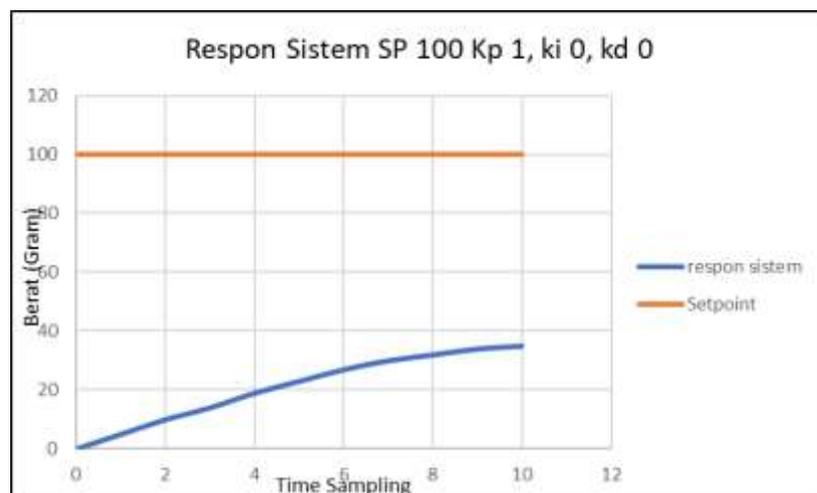
Dari hasil perhitungan *error* pada Tabel 2 pada pengujian sensor *encoder* terdapat selisih antara pembacaan sensor *Rotary Encoder* dengan tachometer. Adapun perhitungan *error* adalah sebagai berikut:

$$Error(\%) = \frac{\text{pembacaan encoder} - \text{pembacaan tachometer}}{\text{pembacaan tachometer}} \times 100\% \quad (4)$$

Setelah melakukan perhitungan *error* dari pembacaan *encoder* dengan tachometer maka didapatkan nilai *error* maksimal yaitu 1,5% dan nilai *error* minimal yaitu 0,04%. Dari perhitungan diatas dapat ditentukan nilai *error* rata-rata dengan menggunakan Persamaan 3. Dari perhitungan menggunakan persamaan 3 didapatkan bahwa nilai rata-rata *error* pembacaan sensor *Rotary Encoder* dengan tachometer yaitu sebesar 0,46%.

3. Pengujian Parameter PID

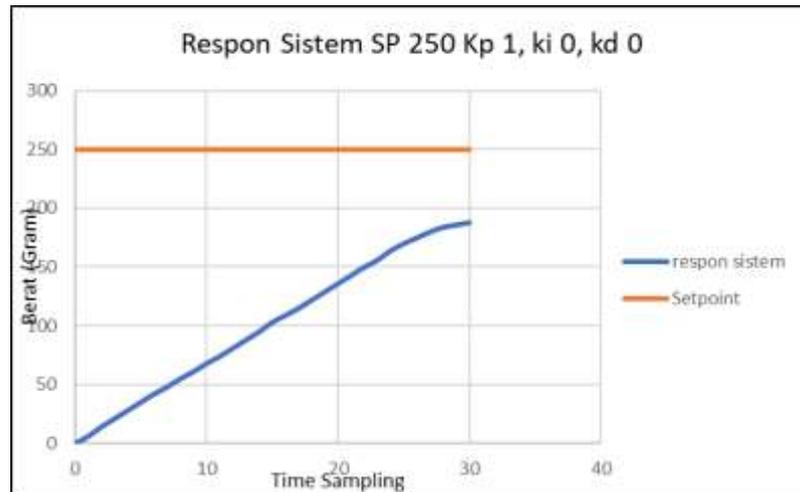
Tujuan dari pengujian parameter PID yaitu untuk menentukan nilai parameter K_p , K_i , dan K_d agar mendapatkan nilai respon yang diinginkan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk menentukan parameter pid yaitu menggunakan metode trial and *error* yang mana dilakukan pengujian beberapa parameter PID sampai menghasilkan nilai respon yang diinginkan. Pada gambar 8 menunjukkan respon sistem *setpoint* 100 gram dengan nilai K_p sebesar 1, K_i sebesar 0, K_d sebesar 0 yang mana respon sistem masih belum menggapai nilai *setpoint* hal ini dikarenakan nilai K_p yang terlalu kecil.



Gambar 8 Respon Sistem *Setpoint* 100 gram $K_p=1$ $K_i=0$ $K_d=0$

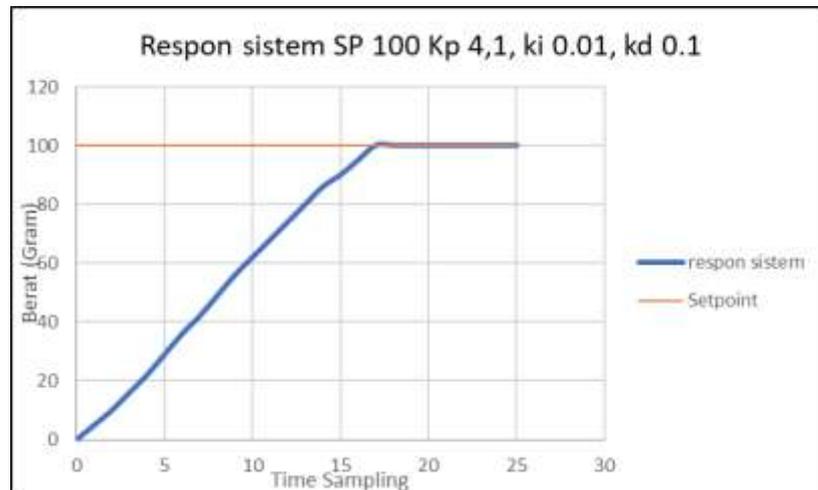
Implementasi Kontrol PID Pada Sistem Pengisian Serbuk Temulawak Instan di UD. Asrifood

Pada gambar 9 menunjukkan respon sistem *setpoint* 250 gram dengan nilai K_p sebesar 1, K_i sebesar 0, K_d sebesar 0 yang mana respon sistem masih belum menggapai nilai *setpoint* hal ini dikarenakan nilai K_p yang terlalu kecil.



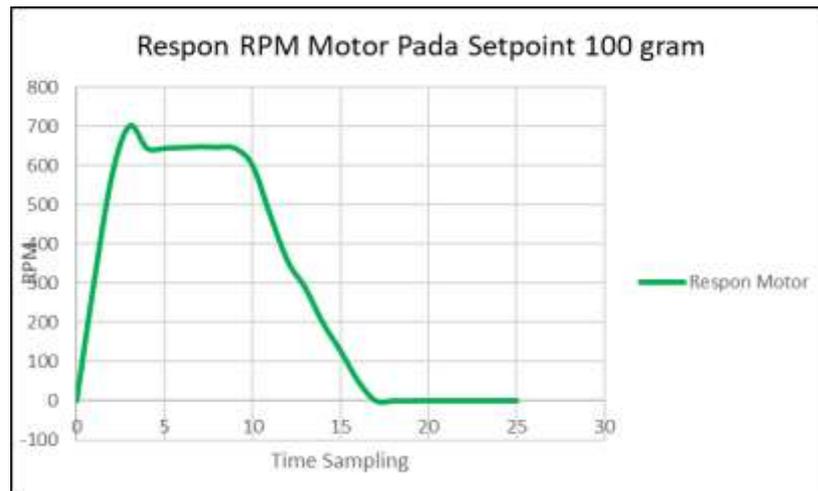
Gambar 9 Respon Sistem *Setpoint* 250 gram $K_p=1$ $K_i=0$ $K_d=0$

Pada Gambar 10 menunjukkan respon sistem dengan *setpoint* 100 gram menggunakan parameter K_p sebesar 4,1 K_i sebesar 0,001 dan K_d sebesar 0,1 yang mana respon menunjukkan telah tercapai *setpoint* tanpa terjadinya *overshoot* dengan nilai *steady state error* sebesar 0 dan settling time sebesar 850 ms.



Gambar 10 Respon *Output* Sistem *Setpoint* 100 gram

Pada Gambar 11 menunjukkan respon RPM motor pada *setpoint* 100 gram yang mana pada awalan RPM motor akan naik sampai 700 RPM kemudian konstan pada 643 RPM lalu ketika mendekati *setpoint* RPM motor akan turun perlahan hingga menyentuh angka 0. Pada Gambar 12 menunjukkan respon sistem dengan *setpoint* 250 gram menggunakan parameter K_p sebesar 4,1 K_i sebesar 0,001 K_d sebesar 0,1 yang mana respon menunjukkan telah tercapai *setpoint* tanpa terjadinya *overshoot* dengan nilai *steady state error* sebesar 0 dan settling time sebesar 2000 ms. Pada Gambar 4.7 menunjukkan respon RPM motor pada *setpoint* 250 gram yang mana pada awalan RPM motor akan naik sampai 700 RPM kemudian konstan pada 673 RPM lalu ketika mendekati *setpoint* RPM motor akan turun perlahan hingga menyentuh angka 0.



Gambar 11. Respon RPM Motor Pada *Setpoint* 100 gram



Gambar 12 Respon *Output* Sistem *Setpoint* 250 gram



Gambar 13 Respon RPM Motor Pada *Setpoint* 250 gram

4. Pengujian Keseluruhan

Tujuan dari pengujian keseluruhan sistem yaitu untuk mengetahui kinerja dari sistem yang telah dibuat apakah dapat berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diharapkan. Gambar 16 merupakan hasil pembuatan mekanik yang telah dirancang. Table 5 merupakan hasil pengujian keseluruhan sistem.

Tabel 3. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

NO	<i>Setpoint</i> (gram)	Hasil (gram)	<i>Error dengan Setpoint</i> (%)	Timer (second)
1	100	100	0,00	1,7
2		100	0,00	1,6
3		101	1,00	1,5
4		100	0,00	1,6
5		101	1,00	1,7
6		100	0,00	1,5
7		101	1,00	1,7
8		101	1,00	1,8
9		100	0,00	1,8
10		101	1,00	1,6
11		101	1,00	1,8
12		100	0,00	1,7
13		101	1,00	1,7
14		100	0,00	1,7
15		101	1,00	1,8
16	250	250	0,00	3,8
17		251	0,40	3,8
18		250	0,00	3,8
19		250	0,00	3,8
20		251	0,40	3,8
21		250	0,00	3,8
22		250	0,00	3,9
23		251	0,40	3,9
24		250	0,00	3,8
25		251	0,40	3,9
26		250	0,00	3,7
27		250	0,00	3,8
28		251	0,40	3,8
29		250	0,00	3,7
30		251	0,40	3,8
Rata-rata error hasil 100 gram dengan setpoint (%)				0,53
Rata-rata error hasil 250 gram dengan setpoint (%)				0,16
Rata-rata timer 100 gram (second)				1,68
Rata-rata timer 250 gram (second)				3,81
Rata-rata error keseluruhan (%)				0,35

Dari hasil pengujian yang ada pada Tabel 3 didapatkan beberapa data pengujian dari *setpoint* 100 gram dan 250 gram, yang masing-masing terdapat 15 kali pengujian. Pada pengujian *setpoint* 100 gram dan pengujian *setpoint* 250 gram memiliki selisih atau *error* yang berbeda dengan *setpoint*. Adapun perhitungan *error* pada saat pengujian keseluruhan adalah sebagai berikut:

$$Error = \frac{\text{hasil}-\text{setpoint}}{\text{setpoint}} \times 100\% \quad (5)$$

Dari persamaan 5 maka didapatkan nilai minimum *error* pada pengujian *setpoint* 100 gram 0% dan nilai *error* maksimum sebesar 1%, sedangkan pada pengujian *setpoint* 250 gram didapatkan nilai *error* minimum sebesar 0% dan nilai *error* maksimum sebesar 0,4%. Untuk menghitung rata-rata *error* keseluruhan dapat menggunakan persamaan 3 sehingga didapatkan nilai rata-rata *error* dengan *setpoint* yaitu sebesar 0,35%. Dari Tabel 3 juga didapatkan timer atau waktu yang diperlukan untuk mengisi serbuk temulawak kedalam kemasan, untuk *setpoint* 100 gram membutuhkan waktu dengan rata-rata 1,68 detik, sedangkan pada *setpoint* 250 membutuhkan waktu dengan rata-rata 3,8 detik.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan pemodelan sistem dan juga pengujian pemodelan sistem didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut: Dapat merancang sistem pengisian serbuk temulawak instan di UD Asrifood dengan memanfaatkan *Screw* untuk mendistribusikan serbuk temulawak dari Hopper menuju ke dalam kemasan kemudian dibaca oleh sensor *Load cell* lalu diproses oleh Arduino dan ditampilkan pada LCD. Dapat mengatur berat keluaran temulawak dengan *setpoint* 100 gram dan 250 gram. Dalam mengatur berat keluaran diperlukan sensor berat sebagai feedback kemudian direalisasikan kedalam sistem kontrol PID sehingga didapatkan nilai parameter PID yang sesuai yaitu $K_p=4,1$ $K_i=0,01$ $K_d=0,1$ Dengan menggunakan kontrol PID respon RPM motor ketika mendekati nilai berat *setpoint* putaran motor turun secara perlahan sehingga menyebabkan respon *output* sistem menghasilkan nilai *overshoot* sebesar 0 dan nilai *error steady state* sebesar 0. Mesin pengisian yang telah dirancang memiliki kinerja yang cukup baik, pada *setpoint* 100 gram memerlukan waktu 1,68 detik sedangkan pada *setpoint* 250 gram memerlukan waktu 3,81 detik dan hasil pengisian temulawak memiliki rata-rata *error* sebesar 0,35%

DAFTAR PUSTAKA

- Indartuti, Endang, & Rahmiyati, Nekky. (2021). Manajemen Usaha Peningkatan Produktivitas Dan Kualitas Optimal Produk Rempah Instan Di UD Asrifood Kampung Adat Segunung Desa Carangwulung Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. *ABDI MASSA: Jurnal Pengabdian Nasional* (e-ISSN: 2797-0493), 1(03), 82–92.
- Khamidah, Aniswatul, Antarlina, Sri Satya, & Sudaryono, Tri. (2017). Ragam produk olahan temulawak untuk mendukung keanekaragaman pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36(1), 1–12.
- Nurhayati, Dewi Ratna, Ts, M. P., & Yusof, Siti Fairuz Binti. (2022). Herbal dan rempah. Scopindo Media Pustaka.
- Putri, R. Marwita Sari. (2013). Si “kuning” temulawak (*Curcuma xanthoriza* Roxb.) dengan “segudang” khasiat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2(2), 42–49.
- Rosyadah, Aristawati. (2022). Pengenalan rempah-rempah indonesia berbasis buku ensiklopedia sebagai media edukasi sekolah dasar. Universitas Negeri Malang.
- Syamsudin, Raden Aldizal Mahendra Rizkio, Perdana, Farid, & Mutiaz, Firly Suci. (2019). Tanaman temulawak (*curcuma xanthorrhiza* roxb) sebagai obat tradisional. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 10(1), 51–65.
- Andrian, M., Kurniawan, A., & Saukani, I. (2024). Sistem Kendali Suhu Menggunakan Metode PID dalam Proses Deasetilasi Kitin. *TEKTONIK: Jurnal Ilmu Teknik*, 1(2), 131-137.

- Implementasi Kontrol PID Pada Sistem Pengisian Serbuk Temulawak Instan di UD. Asrifood*
Ardhi, S., & Gunawan, T. P. (2022). Prototipe Pengisian Gula Pasir Dengan Screw Conveyor Dilengkapi Kalibrasi Timbangan Berat Metode CSIRO Dan Teknologi RFID Programmable Serta Datalogger. *Jurnal Teknik Industri*, 25(01), 1-17.
- Effendi, A., Alfith, A., Refani, F., & Premadi, A. (2019, October). Rancang Bangun Sistem Pengemasan dan Pengantongan Produksi Beras Berbasis PLC Siemens S7-1200/HMI. In *Seminar Nasional: Peranan Ipteks Menuju Industri Masa Depan (PIMIMD) 2019*.
- Fauzi, A. (2019). *Aneka Tanaman Obat dan Khasiatnya*. Media Pressindo.
- Febrianto, V. (2014). *Aplikasi Kontrol PID untuk Pengaturan Putaran Motor DC pada Alat Pengepres Adonan Roti (Screw Conveyor)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Hermawan, H., Mawar, M., Wibowo, N. R., & Fauziah, F. (2020). Rancang Bangun Bagging Machine Pada Pengemasan Tepung Berbasis PID Dengan Sistem Monitoring Online. *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur (MAPLE)*, 2(2), 48-55.
- Maulana, M. I., & Wulandari, D. (2019). Rancang Bangun Mesin Pengisi Sambal Semi Otomatis Dilengkapi Dengan Screw Pendorong. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(2).
- Sapoetra, K. (1996). *Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Subyarti, S., Yoga, S. F. T., & Syufrijal, S. (2017). Prototipe Sistem Pengisian Bubuk (Granule) Menggunakan Sensor Berat Berbasis PLC (Programable Logic Controller). *Autocracy: Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri*, 4(01), 10-19.
- Yoanda, A., Azhar, A., & Kamal, M. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengepakan Tepung Secara Otomatis Menggunakan Programmable Logic Controller. *Jurnal TEKTRO*, 1(1), 1-8.