

Rancang Bangun *Bagging Machine* Pada Pengemasan Tepung Berbasis PID Dengan Sistem *Monitoring Online*

Hermawan¹, Mawar², Nanang Roni Wibowo³, Fauziah⁴

^{1, 2, 3, 4} Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa, Makassar, Indonesia

E-mail : hermawan22tkj@gmail.com¹, mawarazh21@gmail.com²

Abstrak

Abstract— *The process of weighing and packaging flour manually has an unstable level of packaging weight and less efficient time in the packaging process. To overcome this inaccuracy case, monitoring is needed and a system that is able to perform calculations and provide accurate measurement results on the weight of packaged flour. A bagging machine (packaging machine) with an online monitoring system that utilizes ESP8266 as network connectivity with a microcontroller can be used to control flour packaging automatically optimizing time-efficient weight precision. This bagging machine is designed using the HX711 load cell driver with PID-based automatic control based on the required weight setpoint. After doing several PID tests with variations in K_p , K_i , and K_d data, the optimal results were obtained with an average overshoot of 4 grams and an average error of 0.35%.*

Keywords: *Bagging Machine, Load Cell, PID, Monitoring*

Abstrak— Proses penimbangan dan pengemasan tepung secara manual memiliki tingkat ketidakstabilan berat kemasan dan waktu yang kurang efisien dalam proses mengemas. Untuk mengatasi kasus ketidaktepatan tersebut diperlukan pengawasan serta sistem yang mampu melakukan perhitungan dan memberikan hasil pengukuran yang tepat pada berat tepung yang dikemas. *Bagging machine* (mesin pengemas) dengan sistem *monitoring online* yang memanfaatkan ESP8266 sebagai konektivitas jaringan dengan mikrokontroler dapat dimanfaatkan untuk mengontrol pengemasan tepung secara otomatis mengoptimalkan presisi berat tepung dan waktu yang efisien. *Bagging machine* ini dirancang menggunakan *load cell driver* HX711 dengan kontrol otomatis berbasis PID yang berdasarkan *setpoint* berat yang dibutuhkan. Setelah dilakukan beberapa pengujian PID dengan variasi data K_p , K_i , dan K_d didapatkan hasil yang optimal rata-rata *overshoot* 4 gram dan rata-rata error 0.35%.

Kata Kunci— *Bagging Machine, Load Cell, PID, Monitoring*

I. PENDAHULUAN

Pengemasan merupakan sistem yang terkoordinasi untuk menyiapkan barang menjadi siap untuk ditransportasikan, didistribusikan, disimpan, dijual, dan dipakai. Adanya wadah atau pembungkus dapat membantu mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi produk yang ada di dalamnya, melindungi dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik (gesekan, benturan, getaran). Proses pengemasan bahan dasar berupa tepung dengan memperhatikan keakuratan massa berat tepung yang dilakukan secara manual menyebabkan banyaknya waktu yang terpakai. Proses penimbangan dan pengemasan tepung secara manual memiliki tingkat ketidakstabilan berat kemasan. Untuk mengatasi kasus ketidaktepatan tersebut diperlukan pengawasan serta sistem yang mampu melakukan perhitungan dan memberikan hasil pengukuran yang tepat pada berat tepung yang dikemas [1].

Proses pengemasan yang dilakukan yaitu untuk mengatur beban yang diinginkan agar sesuai dengan *setpoint*. Kontroler PID digunakan untuk mengoreksi

kesalahan sehingga akan dihasilkan output yang stabil. Sistem pengontrolan beban pada pengemasan dengan metode PID dan juga di *monitoring* oleh HMI sebagai *interface* antara manusia dengan teknologi mesin [2]. Sistem kerja alat yang dalam melakukan pengemasan pupuk organik menggunakan *Load Cell* dan memperhatikan perbandingan penimbangan dan pengemasan secara manual [3]. Perancangan sistem kontrol motor pada mesin pembuat tepung kanji dengan metode kontrol PID pada putaran motor DC dengan mikrokontroler Atmega 8535 dan sensor hall effect encoder sebagai akuisisi data serta dibantu dengan rangkaian sensor kelembaban [4]. Proses pengantongan dan pengemasan produksi beras menggunakan modul kendali PLC dengan mengintegrasikan HMI sebagai *monitoring* sistem dan pengendali jarak jauh seluruh proses yang berlangsung pada mesin terkait [5].

Salah satu teknologi yang telah banyak digunakan sekarang adalah diterapkannya sistem *monitoring* atau pemantauan yang dapat dilakukan secara otomatis secara jarak jauh oleh aplikasi berbasis

komputer yang dapat diakses menggunakan jaringan internet [6]. Penggunaan arduino NodeMCU Esp8266 dapat memonitoring penggunaan daya listrik secara realtime [7]. Penggunaan aplikasi blynk untuk memonitoring dan mengontrol jarak jauh memanfaatkan perangkat mikrokontroler Wemos D1R1 yang sudah terintegrasi modul wifi untuk membuat kompos berbasis IoT yang dapat dimonitoring menggunakan smartphone [8]. Perancangan alat yang berfungsi untuk mengawasi kinerja dan mengatur operasi mesin *packaging* pada pabrik wafer secara otomatis dengan menggunakan *zigbee* sebagai media komunikasi data [9].

Penelitian ini berupa perancangan mesin pengemasan (*bagging machine*) secara otomatis berbasis PID dengan sistem *monitoring online*. Penggunaan motor listrik dengan torsi yang tinggi pada mesin pengemasan dapat mengemas tepung lebih banyak dibanding pengemasan secara manual. Perancangan ini menggunakan *Load cell* sebagai sensor berat dan motor DC sebagai penggerak material, *Load cell* yang digunakan adalah driver HX711 dengan pengontrolan PID agar dapat melakukan penimbangan dengan *setpoint* berat yang dibutuhkan. Adapun penggunaan sistem *monitoring* dan kontrol berbasis mikrokontroler untuk mengawasi proses pengisian dan penimbangan tepung dalam proses pengemasannya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

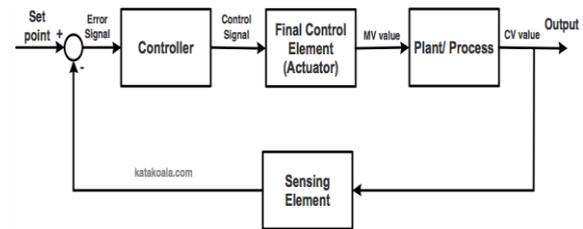
1. *Bagging Machine*

Bagging Machine adalah peralatan untuk mengemas (pengantongan karena tepung dikemas dalam kantong). Pengemasan dilakukan secara manual dan otomatis. Adapun secara manual dilakukan setelah bahan baku telah melewati proses timbangan dan pengisian, sedangkan sistem otomatis dilakukan dalam proses pengisian dan penimbangan, mesin akan berhenti setelah pengisian dengan berat tertentu. Proses pengantongan tepung dengan menggunakan *bagging machine* menjadi lebih cepat dan diperoleh proses pengantongan dengan berat yang seragam dibandingkan proses secara manual.

2. Sistem Kendali Otomatis

Secara umum sistem kendali otomatis merupakan sistem kendali *closed loop* dimana mengikuti empat prinsip pengendalian yaitu proses pengukuran parameter dari plant berupa *present value* atau nilai variabel yang dikendalikan dalam hal ini berat tepung. Proses selanjutnya, perbandingan antara kondisi yang diinginkan dengan kondisi asli sehingga diperoleh data selisih atau *error*. Data *error* dijadikan masukan dari algoritma kendali untuk dilakukan perhitungan yang menghasilkan data untuk mengoreksi aktuatur, secara

umum diagram sistem kendali mengikuti bentuk sebagaimana gambar 1.



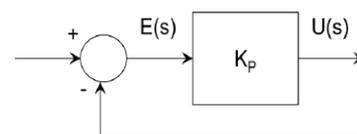
Gambar.1 Diagram Sistem Blok Sistem

Algoritma kendali PID (*Proportional, Integratif, dan Derivatif*) adalah sebuah aksi kontrol yang dapat mengoreksi kesalahan sehingga akan dihasilkan output yang stabil. Sistem PID dapat menjaga objek (output) berada pada posisi yang diatur (*Set Value/SV*) dan nilai pada objek yang terdeteksi oleh sensor sebagai (*Present Value/PV*) sama. Namun jika terjadi perbedaan antara *Set Value* dan *Present Value* maka nilai ini disebut Deviasi (E). Lalu *controller* akan memberikan *Manipulate Value (MV)* ke aktuatur agar memaksa objek kembali ke nilai SV komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu *Proportional, Integratif, dan Derivatif*.

3. Kontrol *Proportional* pada *load cell*

Secara eksperimen, pengguna controller proporsional harus memperhatikan ketentuan yaitu, jika nilai K_p kecil, kontroler proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat. Jika nilai K_p dinaikkan, respon sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan mantabnya. Namun jika nilai K_p diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil, atau respon sistem akan berosilasi [3].

Berikut merupakan gambar diagram blok pada kontroler proporsional;



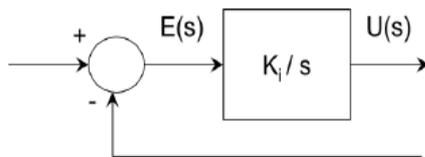
Gambar.2 Sinyal pada kontroler *proportional*

Dengan kontroler *load cell*, respon sistem dapat diperbaiki yaitu mempunyai kesalahan keadaan mantabnya nol. Ketika digunakan, kontroler *load cell* mempunyai beberapa karakteristik berikut ini ;

- Keluaran kontroler membutuhkan selang waktu tertentu, sehingga kontroler *load cell* cenderung memperlambat respon.

- Ketika sinyal kesalahan bernilai nol, keluaran kontroler akan bertahan pada nilai sebelumnya. Jika sinyal kesalahan tidak bernilai nol, keluaran akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan dan nilai K_i .
- Konstanta *load cell* K_i yang bernilai besar akan mempercepat hilangnya *offset*. Tetapi semakin besar nilai konstanta K_i akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran [3].

Berikut gambar diagram blok dari kontroler *load cell*.

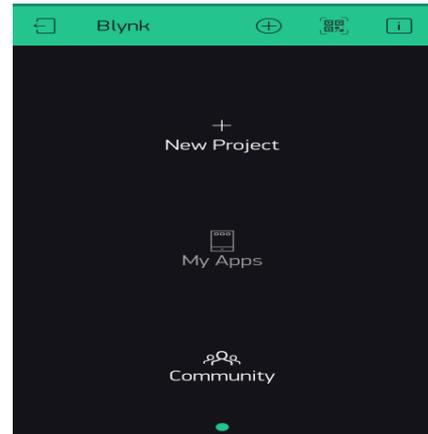


Gambar 3. Sinyal pada kontrol *Loadcell*

4. Sistem *Monitoring* Blynk

Monitoring adalah proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan atas objektif program. Memantau perubahan yang fokus pada proses dan keluaran. *Monitoring* akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang disediakan berulang kali dari waktu ke waktu, pemantauan pada umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu, untuk memeriksa proses terhadap suatu objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek tindakan dari beberapa jenis tindakan dari beberapa jenis tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan [7].

Blynk merupakan platform sistem operasi iOS maupun Android sebagai kendali pada modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 dan perangkat sejenis lainnya melalui internet. Penggunaan aplikasi blynk sangat mudah, untuk penggunaannya dapat menggunakan android maupun ios. Aplikasi blynk tidak terikat dengan komponen atau chip manapun, namun harus mendukung board dengan memiliki akses wifi untuk dapat berkomunikasi dengan hardware yang digunakan. Aplikasi blynk memiliki 3 komponen utama yaitu aplikasi, server, dan Libraries. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara smartphone dan hardware [8]. Tampilan awal aplikasi Blynk diperlihatkan pada gambar 5.



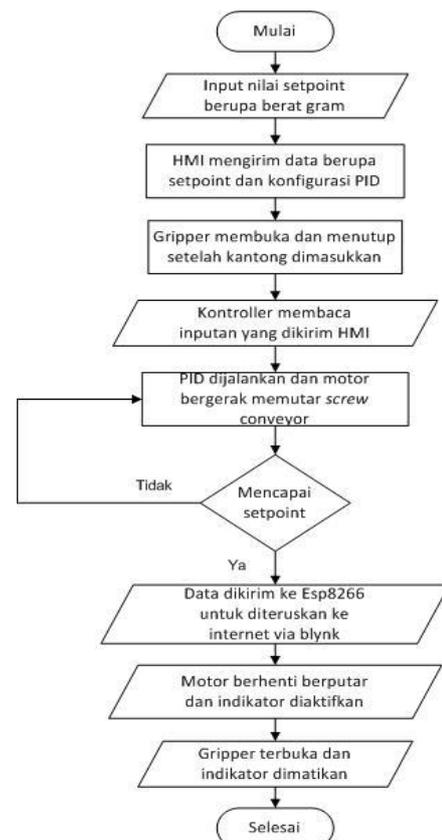
Gambar 4. Tampilan awal aplikasi Blynk

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam prosedur pengambilan data yaitu metode perancangan. Dalam prosedur perancangan terbagi tiga yaitu perancangan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat.

A. Diagram Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini memerlukan proses yang digambarkan dengan *flowchart* seperti gambar 5.

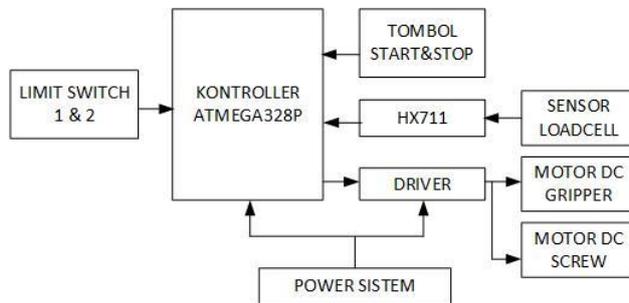


Gambar 5. *Flowchart* kerja alat

Berikut penjelasan diagram penelitian tugas akhir;

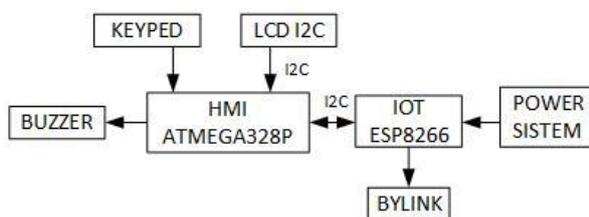
1. Langkah awal yaitu menginput nilai setpoint berupa berat dalam hitungan gram.
2. Setelah nilai setpoint dimasukkan, HMI akan mengirim data berupa setpoint dan konfigurasi PID.
3. Setelah kantong dimasukkan, gripper akan menutup kemasan.
4. Selanjutnya kontroller membaca inputan yang dikirim HMI.
5. PID dijalankan dan motor bergerak memutar *screw conveyor*.
6. Apabila pengisian belum mencapai setpoint yang diinginkan maka motor akan tetap bergerak.
7. Monitoring berlangsung pada aplikasi blynk.
8. Setelah pengisian mencapai setpoint yang diinginkan maka motor akan berhenti berputar dan indikator menyala.
9. Langkah terakhir gripper akan terbuka dan indikator dimatikan.

B. Diagram Blok Sistem



Gambar 6. Diagram blok sistem kontroller

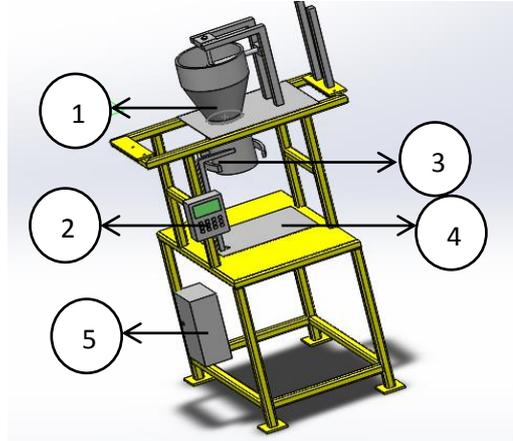
Dari diagram blok sistem di atas, terdapat tombol start berfungsi mengaktifkan program kontroller ATMEGA328p yang akan memberikan sinyal pada driver, driver yang digunakan terbagi dua yaitu motor dc *gripper* untuk menjepit kemasan yang diatur oleh dua limit switch dan driver motor dc *screw* yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran *screw conveyor*. Penentuan posisi maju mundur *gripper* diatur oleh dua limit switch, Adapun untuk mengatur berat digunakan sensor *loadcell* dan modul HX711.



Gambar 7. Diagram blok sistem kontroler

Hasil final pengukuran ditampilkan pada LCD dan *monitoring* ditampilkan pada aplikasi blynk yang di program dari HMI ATMEGA328p, buzzer akan berbunyi ketika pengukuran mencapai hasil optimal.

C. Desain alat

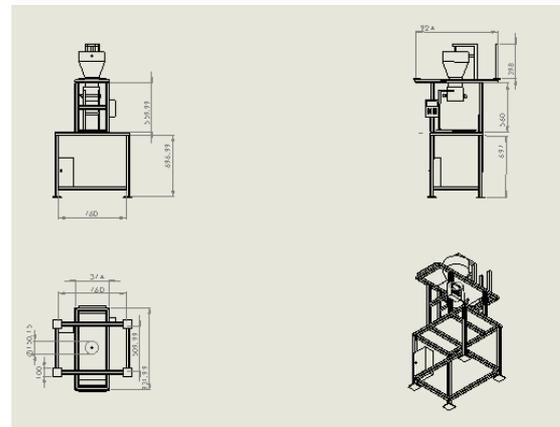


Gambar 8. Desain rancangan *bagging machine*

Keterangan ;

1. Silo berfungsi untuk menampung terigu yang akan diproses.
2. Input panel sebagai panel untuk memasukkan inputan berupa jumlah kapasitas muatan dan kecepatan pengisian.
3. *Gripper* berfungsi untuk menjepit kemasan.
4. *Load Cell* sebagai sensor beban.
5. Panel *box* sebagai tempat penyimpanan komponen listrik.

Berikut gambar dimensi rancangan *bagging machine*;



Gambar 9. Dimensi rancangan *bagging machine*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan Mekanik

Berikut hasil rancangan mekanik yang terdiri dari silo penampung terigu, *gripper*, *load cell*, input panel,

dan panel box. Hasil rancangan dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil rancangan mekanik

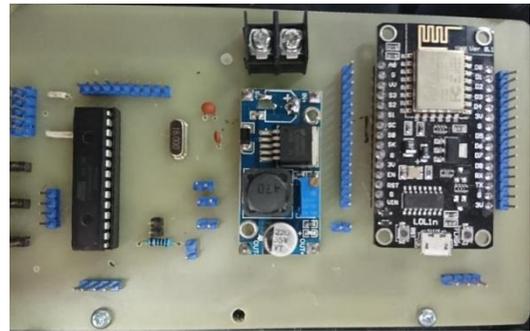
Pada bagian mekanik terdapat *gripper* yang berfungsi sebagai penjepit kemasan. Hasil rancangan *gripper* dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. *Gripper*

B. Rancang Sistem Minimum

Sistem ini menggunakan HMI sebagai *monitoring* sistem dan pengendali jarak jauh seluruh proses yang berlangsung pada mesin, melalui antarmuka *Human Machine Interface* (HMI) yang secara visual dapat diketahui melalui tampilan monitor komputer [5]. Hasil rancangan kontroler HMI dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Kontroler HMI

Driver motor merupakan salah satu perangkat umum yang digunakan untuk kendali motor DC. *Driver* motor ini nantinya bertugas mengendalikan arah putaran maupun kecepatan motor DC yang akan dikendalikan. *Driver* motor ada yang berupa IC. Pada perancangan ini digunakan IC *driver* motor untuk menggerakkan motor dan IC *PWM controller* untuk mengatur kecepatan dari putaran motor DC [9]. Berikut tampilan rancangan *driver* dan relay.



Gambar 13. *Driver* dan relay

Kontroler PID mempunyai tiga parameter yaitu Konstanta Proportional (K_p), Konstanta Integral (K_i), Konstanta Derivative (K_d) yang berpengaruh pada kinerja kontroler [2]. Modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada dengan menggunakan sensor *loadcell* modul HX711 [10]. Hasil rancangan kontroler PID dan HX711 dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 14. *Controler* PID dan HX711

C. Pengujian Alat

1. Pengukuran Sensor (pembacaan berat)

Tabel 1. Hasil pengukuran sensor

No.	Alat ukur (gram)	Berat Terukur (gram)	Error (%)
1	250	250.05	0.02
2	500	508.87	1.77
3	750	766.32	2.17
4	1000	1018.21	1.82
5	1250	1271.52	1.72
6	1500	1506.26	0.41
7	1750	1757.98	0.45
8	2000	1989.22	-0.53

Setelah dilakukan perbandingan pengukuran pada alat ukur timbangan dengan kepresisian 1 gram didapatkan selisih dari berat terukur pada *bagging machine* nilai error tertinggi sebesar 2.17% atau sekitar 16.32 gram. Dengan demikian, dapat disimpulkan kepresisian penimbangan pada *bagging machine* kurang lebih 20 gram.

2. Pengukuran PWM terhadap RPM

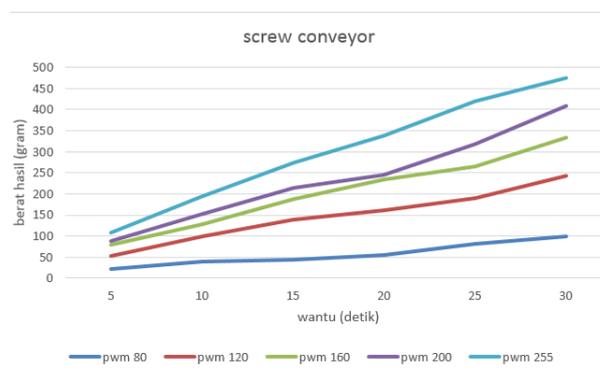
PWM (*Pulse Width Modulation*) digunakan sebagai pengatur RPM (tegangan putaran motor). Motor dapat bergerak pada saat PWM bernilai 45 ke atas. Semakin tinggi nilai PWM yang diberikan maka akan semakin tinggi putaran motor yang dihasilkan. Pengukuran PWM terhadap RPM dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran PWM terhadap RPM

No.	PWM	RPM
1	45	5
2	60	18
3	80	35
4	100	52
5	120	66
6	140	76
7	160	85
8	180	90
9	200	96
10	220	100
11	240	104
12	255	109

3. Pengukuran PWM

PWM (*Pulse Width Modulation*) digunakan dalam pengaturan tegangan motor, semakin tinggi nilai PWM yang diberikan maka semakin cepat putaran motor yang dihasilkan [4]. Dengan mengacu data pengukuran PWM, keluaran sistem dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai PWM yang digunakan maka hasil pengukuran akan semakin besar seiring dengan penambahan waktu. Hasil keluaran dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Grafik pengukuran PWM motor

4. Pengujian PID

Pengujian ini dilakukan dengan menentukan nilai Kp, Ki, dan Kd yang pengujiannya dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan. Pengaruh nilai Kp yaitu semakin besar nilai Kp yang diberikan maka semakin tinggi kecepatan motor dan hasil pengukuran yang didapatkan. Adapun nilai Ki dan Kd digunakan untuk mengontrol nilai Kd agar tidak mengalami *overshoot*. Pengujian PID dapat dilihat pada tabel 3.

a. Nilai Kp=4, Ki=3, dan Kd=2

Tabel 3. Hasil pengujian PID dengan nilai Kp=4, Ki=3, dan Kd=2

No.	Setpoint	Waktu	Hasil	Error
1	200 gram	25,33 s	200 gram	0%
2	400 gram	51,09 s	400 gram	0%
3	600 gram	55,20 s	600 gram	0%
4	800 gram	1m 07,15 s	810 gram	0.1%
5	1000 gram	1m 36,99 s	1010 gram	0.1%
6	1200 gram	2m 04,42 s	1200 gram	0%

b. Nilai Kp=6, Ki=3, dan Kd=2

Tabel 4. Hasil pengujian PID dengan nilai Kp=6, Ki=3, dan Kd=2

No.	Setpoint	Waktu	Hasil	Error
1	200 gram	14,10 s	200 gram	0%
2	400 gram	25,10 s	400 gram	0%
3	600 gram	41,13 s	600 gram	0%

4	800 gram	1m 25,03 s	810 gram	0.1%
5	1000 gram	1m 30,90 s	1000 gram	0%
6	1200 gram	2m 06,18 s	1200 gram	0%

c. Nilai $K_p=4$, $K_i=2$, dan $K_d=3$

Tabel 5. Hasil pengujian PID dengan nilai $K_p=4$, $K_i=2$, dan $K_d=3$

No.	Setpoint	Waktu	Hasil	Error
1	200 gram	15,10 s	200 gram	0%
2	400 gram	43,87 s	400 gram	0%
3	600 gram	1m 02,50 s	600 gram	0%
4	800 gram	1m 39,59 s	800 gram	0%
5	1000 gram	1m 28,44 s	1000 gram	0%
6	1200 gram	2m 15 s	1200 gram	0%

d. Nilai $K_p=6$, $K_i=2$, dan $K_d=3$

Tabel 6. Hasil pengujian PID dengan nilai $K_p=6$, $K_i=2$, dan $K_d=3$

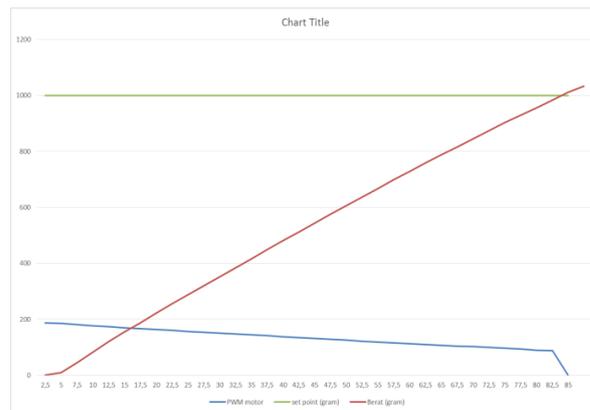
No.	Setpoint	Waktu	Hasil	Error
1	200 gram	15,15 s	200 gram	0%
2	400 gram	49,67 s	400 gram	0%
3	600 gram	1m 32,10 s	610 gram	0.1%
4	800 gram	1m 52,59 s	800 gram	0%
5	1000 gram	2m 8s	1000 gram	0%
6	1200 gram	2m 19,93 s	1200 gram	0%

Pada saat parameter PID diberi nilai tersebut, pengujian memiliki respon paling optimal pada nilai $K_p=4$, $K_i=2$, dan $K_d=3$. Berikut merupakan hasil rata-rata pengujian 5 kali pada saat $K_p=4$, $K_i=2$, dan $K_d=3$, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian PID dengan nilai $K_p=4$, $K_i=2$, dan $K_d=3$

No.	Setpoint	Rata-rata Waktu	Hasil	Rata-rata Error
1	200 gram	15,184 s	204 gram	0.04%
2	400 gram	30,906 s	404 gram	0.04%
3	600 gram	46,202 s	604 gram	0.04%
4	800 gram	1m 07,54 s	802 gram	0.02%
5	1000 gram	1m 28,74 s	1000 gram	0%
6	1200 gram	1m 39,27 s	1200 gram	0%

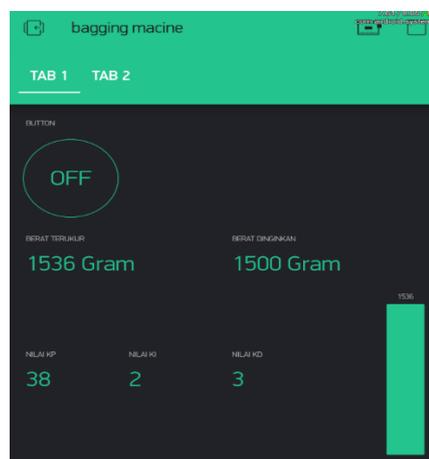
Saat setpoint bernilai 1000 gram maka nilai PWM motor yang digunakan adalah 200. Berat tepung terukur akan terus naik sampai mencapai titik setpoint dan diikuti nilai PWM menurun. Grafik respon PID ditunjukkan pada gambar 16.



Gambar 16. Grafik respon PID

5. Hasil Monitoring

Monitoring data ditampilkan pada aplikasi blynk. Data yang tampil sesuai dengan data pengukuran. Tampilan monitoring dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Monitoring data

Tampilan diatas menunjukkan berat yang diinginkan adalah 1500 gram dan berat terukur yang dihasilkan adalah 1536 gram.

6. Analisis

Proses pengemasan ini dipantau melalui aplikasi bylink menggunakan NodeMCU Esp826. Setelah nilai setpoint berupa berat yang diinginkan untuk dikemas diberikan, mikrokontroler akan mengirim sinyal output ke driver motor dc untuk memutar *mixer* agar tepung di dalam silo tidak memadat dan terpusat pada bagian tengah silo, setelah plastik kemas dimasukkan dan menekan tombol start maka *gripper* akan bergerak untuk menjepit plastik kemas dan *screw conveyor* akan berputar untuk mengeluarkan tepung yang ada dalam silo agar turun dan mengisi plastik kemas, kecepatan putaran *screw conveyor* berbanding lurus dengan volume atau banyaknya tepung yang keluar dari silo, dengan kendali PID maka kecepatan

putaran *screw conveyor* akan disesuaikan dengan nilai *setpoint* yang di inputkan misalkan isi plastik kemas 0-50% dari nilai *setpoint* maka kecepatan *screw conveyor* maksimal dan akan berkurang seiring dengan kondisi yang mendekati nilai *setpoint*, hal ini dilakukan agar menghindari terjadinya *overshoot* yang akan mengurangi keakuratan penimbangan. Setelah mencapai nilai *setpoint* indikator akan berbunyi agar segera menekan tombol *finish* dan penjepit akan melepas plastik kemas kemudian dipindahkan ke bagian pengepresan.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada sistem pengemasan tepung secara otomatis berbasis PID, maka dapat diambil kesimpulan bahwa;

1. Hasil keluaran atau hasil berat kantong pada sensor *loadcell* saat diberikan beban berat secara bertahap cenderung mengalami sedikit perubahan ketika dilakukan pengujian pengukuran beberapa kali.
2. Kecepatan putaran dan torsi motor akan mempengaruhi waktu atau kecepatan pengisian kantong tepung.
3. Setelah dilakukan beberapa pengujian PID dengan variasi data K_p , K_i , dan K_d didapatkan hasil yang optimal rata-rata *overshoot* 4 gram dan rata-rata error 0.35%.

B. Saran

Saran dari penulis untuk pengembangan selanjutnya yaitu;

1. Mengoptimalkan mesin dengan menambahkan sistem otomatis pada pengepresan.
2. Sebaiknya menggunakan motor DC dengan nilai rpm yang lebih tinggi untuk mendapatkan kecepatan pengisian yang lebih optimal

C. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada para dosen pembimbing, penguji, dan teman-teman yang selalu memberikan arahan dan masukannya sampai terselesainya perancangan tugas akhir ini. Terima kasih juga kepada kedua orangtua kami yang senantiasa memberikan bantuan moril dan materi.

REFERENSI

- [1]. A. Yoanda, Azhar, M. Kamal, "Rancang Bangun Sistem Pengepakan Tepung Secara Otomatis Menggunakan Programmable Logic Controller," Jurnal TEKRO, Vol.1, No.1, PP.1-8, 2018.
- [2]. J.Rurintasari, M.Rifa'i, M.Fauziah, "Kontrol Beban pada Sistem Packing Kopi Hijau dengan Metode Kontrol PID," Jurnal ELKOLIND, Vol.3, PP.17-23, 2016.
- [3]. R.Abdullah, A.Rachman.A, "Rancang Bangun Mesin Pengantongan Pupuk Organik Menggunakan Load Cell Berbasis Kendali PID," PP.1-8, 2018.
- [4]. R.Rizeki, B.Setiyono, M. A.Riyadi, "Perancangan Sistem Kontrol Motor Berbasis Kontrol PID dengan Menggunakan Mikrokontroller ATmega8535 pada Sizing Process Sistem Weaving 1 Griega Di PT. Apac Inti Corpora," Jurnal TRANSIENT, Vol.4, PP.1-9, 2015.
- [5]. A. Effendi, Alfith, F.Refani, A.Premadi, "Rancang Bangun Sistem Pengemasan dan Pengantongan Produksi Beras Berbasis PLC Siemen S7-1200/HMI," PP.101-105, 2019.
- [6]. H.Haryanto, E. Permata, N.R.U. Nainggolan, "Sistem Monitoring Proses Produksi pada Mesin Bardi di PT. Tirta Investama (Danone Aqua) Sukabumi Berbasis Web," Jurnal SETRUM, Vol.3, PP.1-9, 2018.
- [7]. A.D.Pangestu, F.Ardianto, B.Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," Jurnal AMPERE, Vol.4, No.1, PP.1-11, 2019.
- [8]. I.Syukhron, "Penggunaan Aplikasi *Blynk* Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT," Jurnal ELECTRICIAN, PP.1-9, 2021.
- [9]. K.F.Julianto, I.Surjati, Suraidi, "Sistem Pemantauan Kinerja Serta Pengaturan Mesin Packing Secara Otomatis Pada Pabrik Wafer Dengan Zigbee," Vol.17,no.1, PP.116-125, 2015.
- [10]. D.A.Nugraha, "Timbangan Gantung Digital dengan Sensor HX711 (Load Cell) Berbasis Arduino Uno," PP.19, 2017.