

PROTOTYPE SISTEM PENGISIAN BUTIR (*GRANULE*) MENGUNAKAN SENSOR BERAT BERBASIS PLC (*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*)

Septi Subyarti¹⁾, Syahrul Fahri Tri Yoga²⁾, Syufrijal³⁾
^{1,2,3)}DIII Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
 Email: septisubiyarti@gmail.com, syufrijal@unj.ac.id

Abstract

Granule filling industry in Indonesia is still make the process of filling and weighing granule manually. Conventional system in the filling process still involves workers in most of the system control. It can make problems such as not precision the result of weighing because which cause by the human error. Therefore in need of control automatically in the process of filling and weighing granule to improve the efficiency. Controller automatic in use for this filling system based on PLC Siemens S7-1200. Prototype filling granule system using laptop as an interface. On the design software this system using program Siemens TIA PORTAL 2013 SP1 with a programming language ladder diagram. Process filling granule work automatically based on set point and offset. Based in the result of testing that has been done, this prototype can work very well. Average value of the error in the weighing for material seeds is 0,34%, for material hulled rice is 0,20%, and for material green beans is 0,26%.

Keyword : *Filling, PLC, dan Load Cell*

Abstrak

Industri pengisian butir (*granule*) di Indonesia masih melakukan proses pengisian dan penimbangan butir (*granule*) secara manual. Sistem konvensional pada proses pengisian masih melibatkan pekerja dalam sebagian besar sistem kontrolnya. Hal ini dapat menimbulkan masalah seperti tidak presisinya hasil dari penimbangan, yang disebabkan oleh kesalahan manusia. Maka dari itu dibutuhkan kontrol yang otomatis pada proses pengisian dan penimbangan butir (*granule*) untuk meningkatkan efisiensi. Pengendali otomatis yang digunakan untuk sistem pengisian butir (*granule*) ini adalah PLC Siemens S7-1200. Prototipe sistem pengisian butir (*granule*) ini menggunakan laptop sebagai tampilannya. Pada perancangan *software* sistem ini menggunakan program Siemens TIA PORTAL 2013 SP1 dengan bahasa pemrograman *ladder diagram*. Proses pengisian butir (*granule*) bekerja secara otomatis berdasarkan *set point* dan nilai *offset*. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, alat ini dapat bekerja dengan baik. Rata-rata nilai kesalahan (*error*) dalam penimbangan untuk material biji adalah 0,34%, material beras adalah 0,20%, dan material kacang hijau adalah 0,26%.

Kata Kunci : Pengisian, PLC, dan Sensor Berat

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat cepat ini memicu berkembangnya dunia elektronika yang pada mulanya menggunakan cara konvensional berubah menggunakan cara modern dengan memanfaatkan kemajuan teknologi. Bukan hanya di sektor industri, sektor di luar industri juga tidak luput dari penggunaan kemajuan teknologi, seperti di pasar swalayan, Pengukuran beban di terminal barang dan di tempat-tempat lainnya yang tersebar di berbagai wilayah. Proses penimbangan di luar sektor industri masih menggunakan proses penimbangan secara manual. Pada proses penimbangan secara manual ini terdapat banyak kelemahan yaitu *human error*, kurang presisinya penimbangan, dan waktu pengisian yang lama. Pada dunia industri penimbangan sudah dilakukan menggunakan timbangan digital untuk mendapat hasil yang presisi pada saat penimbangan barang. Penimbangan barang yang dilakukan di industri salah satunya berbentuk butir (*granule*). Contohnya seperti beras, gula, biji kopi, biji kacang hijau, dan lainnya. Salah satu komponen utama yang digunakan pada alat ini yaitu sensor berat. Sensor ini digunakan karena mampu mengkonversi berat yang terukur kedalam bentuk sinyal-sinyal elektrik. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini harus mempunyai tingkat ketelitian tinggi agar hasil yang terukur benar-benar tepat. Pemilihan sensor juga memperhitungkan kapasitas beban yang di ukur agar dalam penggunaannya dapat mencapai nilai yang di inginkan. Alat ini multifungsi

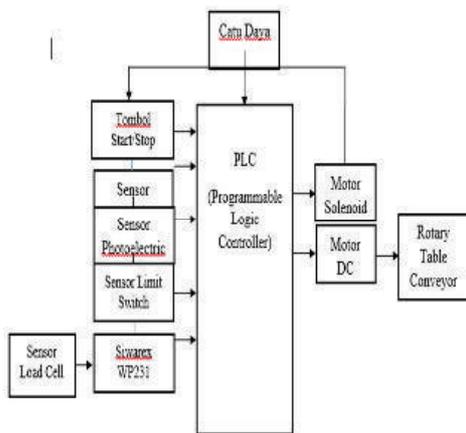
dan dapat di implementasikan berbagai jenis pabrik khususnya pabrik pengolahan bahan pangan. Contohnya di pabrik beras, pabrik kopi, pabrik gula, pabrik teh, pabrik pupuk, pabrik pakan ternak, pabrik jagung, dan lainnya. Melalui penerapan teknologi dalam tahapan proses produksi yang berbasis otomatis, dalam pembuatan tugas akhir penulis akan membuat judul Prototipe Sistem Pengisian Butir (*granule*) Menggunakan Sensor Berat Berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*).

METODE

Prototipe Sistem Pengisian Butir (*Granule*) Menggunakan Sensor Berat Berbasis PLC (*Programmable Logic Controllers*) adalah rancang bangun sebuah alat untuk pengisian butir (*granule*) ke dalam *box* sesuai dengan jumlah berat *granule* yang akan diproduksi menggunakan sensor berat yang di proses oleh PLC. Metode yang digunakan pada alat ini yaitu dengan mengirimkan data berat butir (*granule*) yang telah di set di HMI. Kemudian sensor berat akan bekerja lalu sinyalnya diubah oleh SIWAREX WP231 agar dapat di proses oleh PLC. Jika sensor *proximity*, sensor photoelectric aktif, dan motor dc berhenti maka motor solenoid akan membuka katup dan mengisi *box*. Katup akan terus terbuka sampai nilai yang telah di set point tercapai kemudian data tersebut akan di proses kembali oleh PLC dan di menampilkan nilai sisa butir di dalam tempat penampung.

Berdasarkan diagram blok dibawah inisistem ini memiliki *input* 4 buah sensor yaitu sensor *proximity*, sensor photoelectric, sensor *limit*

switch, dan sensor berat (*load cell*). Sensor *proximity* digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya *Box* yang akan di isi butir (*granule*), sensor photoelectric digunakan untuk mendeteksi pos pemberhentian pada rotary tabel conveyor, dan sensor berat untuk mendeteksi berat *granule* yang akan di isi. Siwax WP231 di gunakan sebagai ADC (Analog to Digital Converter) untuk mengubah sinyal analog load cell agar dapat terintegrasi dengan PLC SIMATIC S7-1200. Sistem ini memiliki *output* yaitu motor solenoid dan motor DC. Motor Solenoid di gunakan untuk membuka dan menutup katup sedangkan motor DC digunakan untuk menggerakkan rotary tabel conveyor.

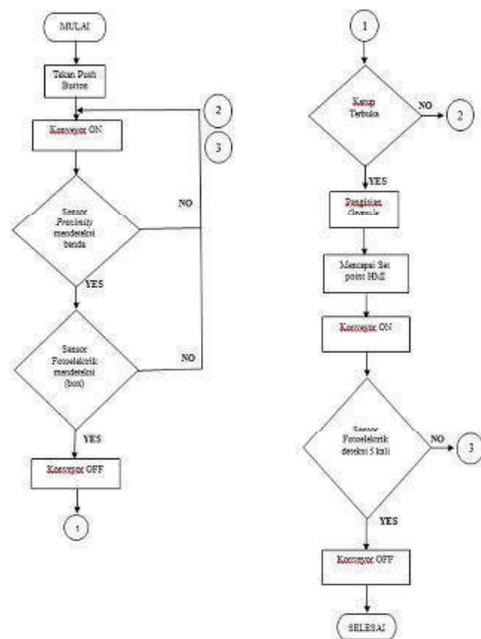


Gambar 1. Diagram Blok

Langkah pertama untuk mengaktifkan sistem ini yaitu membuka aplikasi HMI yang ada pada software TIA PORTAL 13.

Isi *set point* dan *offset* pada HMI, kemudian tekan tombol start. Jika sedang melakukan pengisian butir (*granule*) ke dalam *box* maka akan tampil tulisan “*open valve*”. Jika tidak melakukan pengisian butir (*granule*) maka akan tampil tulisan “*close valve*”

Klik tombol start/stop untuk menghidupkan sistem, jika ingin mematikan sistem tekan tombol start/stop satu kali lagi. Jika sudah selesai menggunakan sistem maka tutup kembali aplikasinya.



Gambar 2. Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Prototipe Sistem Pengisian Butir (*Granule*) Menggunakan Sensor Berat Berbasis PLC (*Programmable Logic Controllers*) dilakukan dalam berbagai tahapan pertama pengujian terhadap *hardware* kemudian pengujian terhadap *software*, dan yang terakhir pengujian hasil timbangan.

Pengujian Catu Daya

Terdapat 3 catu daya dalam sistem ini, yaitu 24 volt, 12 volt, dan 5 volt. Catu daya dari SIMATIC S7-1200 mempunyai *input* yaitu 220 VAC dengan *output* tegangan 24 VDC, tegangan 24 VDC dipasang ke

beberapa komponen. Catu Daya yang menggunakan LOGO Power dengan tegangan *output* yang digunakan yaitu 12 VDC untuk *input* tegangan motor DC. Sedangkan catu daya siwax WP231 tegangan *output* yang digunakan yaitu 5 volt. Pengukuran tegangan output catu daya simatic S7-1200, logo power dan siwax WP21 dapat dilihat pada tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Pengukuran Tegangan *Output* SIMATIC S7-1200

<i>Input</i> Sumber	Kriteria	Hasil
Tegangan	Pengujian	Pengujian
220 VAC	24 VDC	25,2 VDC
0 VAC	0 VDC	0,52 VDC

Tabel 2. Pengukuran Tegangan *Output* Logo Power

<i>Input</i> Sumber	Kriteria	Hasil
Tegangan	Pengujian	Pengujian
220 VAC	12 VDC	11,9 VDC
0 VAC	0 VDC	0,18 VDC

Tabel 3. Pengukuran Tegangan *Output* Siwax WP231

<i>Input</i> Sumber	Kriteria	Hasil
Tegangan	Pengujian	Pengujian
24 VDC	5 VDC	4,83 VDC
0 VDC	0 VDC	0,50 VDC

Pengujian Linieritas Sensor Berat

Pengujian linieritas sensor dilakukan untuk mengetahui apakah keluaran sensor benar-benar linier terhadap berat yang terukur. Pengujian ini dilakukan dengan menempatkan butiran biji pakan burung pada tempat penimbangan yang telah terhubung dengan sensor, dengan mengubah ukuran berat pada butiran, nantinya diamati keluaran sensor terhadap pembacaan berat yang telah terukur.

Data pengukuran output sensor berat dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Tegangan *Output* Sensor Berat

Nilai Masukan (kg)	Tegangan (mV)
1	0,01
5	0,04
10	0,11
15	0,15

Pengujian Sensor Fotoelektrik

Pengujian sensor fotoelektrik dilakukan untuk mengetahui jarak maksimum dari sensor fotoelektrik agar dapat mendeteksi *Box*. Data hasil pengukuran jarak sensor fotoelektrik dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengukuran Jarak Sensor Foto Elektrik

Jarak	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
1 cm	ON	ON
2 cm	ON	ON
3 cm	ON	ON
4 cm	ON	ON
5 cm	ON	ON
6 cm	ON	ON
7 cm	ON	ON
8 cm	ON	ON
9 cm	ON	ON
10 cm	ON	ON
11 cm	ON	ON
12 cm	ON	ON
13 cm	ON	ON
14 cm	ON	ON
15 cm	ON	ON
16 cm	ON	ON
17 cm	ON	ON

Pengujian Sensor Proximity

Pengujian sensor *proximity* dilakukan untuk mengetahui jarak maksimum dari sensor *proximity* dapat mendeteksi logam untuk meja conveyor. Data hasil pengukuran jarak sensor terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengukuran Jarak Sensor *Proximity*

Jarak	Kriteria Pengujian		Hasil Pengujian	
	High	Low	High	Low
1 mm	ON	ON	ON	ON
2 mm	ON	ON	ON	ON
3 mm	ON	ON	ON	ON
4 mm	ON	ON	ON	ON
5 mm	ON	ON	ON	ON
6 mm	OFF	OFF	OFF	OFF
7 mm	OFF	OFF	OFF	OFF

Pengujian Tegangan *Input* PLC

Pengujian 4 *input* PLC tombol start/stop *input* 1 berfungsi untuk menyalakan dan mematikan sistem, *input* 2 yaitu sensor *photoelectric* yang digunakan untuk mendeteksi *box*, *input* 3 yaitu sensor *proximity* yang digunakan untuk menentukan pembehentian posisi meja, dan *input* 4 yaitu *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi kondisi katup sedang terbuka atau tertutup. *Limit switch* ini digunakan sebagai *safety* untuk sistem ini. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Tegangan *input* PLC

<i>Input</i> PLC	Kriteria Pengujian Tegangan		Hasil Pengujian Tegangan		Arus	Alamat <i>Input</i> PLC
	High	Low	High	Low		
Tombol						
Start/Stop	25 V	1 V	25,1 V	0,13 V	0,0198 A	I0.0
Sensor						
Proximity	25 V	1 V	25,1 V	0,52 V	0,0219 A	I0.1
Sensor						
Fotoelektrik	25 V	1 V	25,1 V	0,50 V	0,0191 A	I0.2
Sensor Micro						
Limit Switch	25 V	1 V	23,82 V	0,00 V	0,0061 A	I0.3

Pengujian Tegangan *Output* PLC

Pegujian *output* PLC digunakan untuk mengetahui tegangan keluaran dari sistem PLC. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Tegangan *Output* PLC

<i>Output</i> PLC	Kriteria Pengujian Tegangan		Hasil Pengujian Tegangan		Arus	Alamat <i>Output</i> PLC
	High	Low	High	Low		
Motor	12 V	1 V	11,9 V	0,13 V	0,077 A	Q0.0
Open						
Solenoid	12 V	1 V	11,6 V	0,52 V	0,021 A	Q0.1
Close						
Solenoid	12 V	1 V	11,9 V	0,50 V	0,019 A	Q0.2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Rpm Motor Konveyor

Pengujian rpm motor konveyor dilakukan untuk mendapatkan kecepatan putaran motor. Kecepatan motor akan digunakan dalam perhitungan waktu perpindahan benda dari peletakkan pertama hingga terdeteksi oleh sensor. Hasil pengujian rpm motor terlihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Rpm Motor

Komponen yang di uji	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
Motor DC	85 rpm	85 rpm
Rotary Table conveyor	6,3 rpm	6,3 rpm

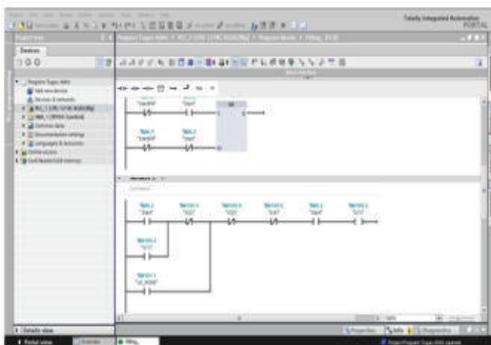
Hasil Pengujian Perpindahan Setelah 1 Rotasi Motor Konveyor

Pengujian perpindahan setelah 1 rotasi bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh benda yang diletakkan di atas rotary tabel conveyor berpindah setelah motor berputar 1 kali. Rotary tabel conveyor kecepatan putaran 6,3 rpm maka dari itu 1 putaran membutuhkan waktu 9 detik.

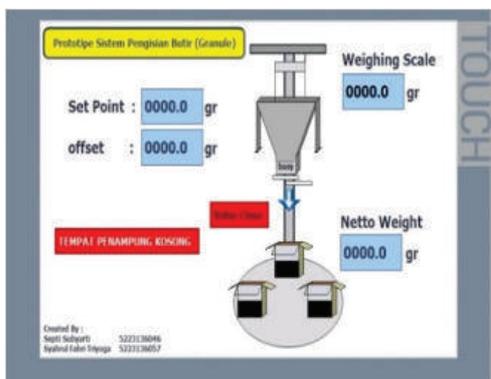
Sedangkan jarak *box* 1 untuk mencapai sensor yaitu 23,55 cm dan membutuhkan waktu 2,35 detik.

Hasil Pengujian Software

Pengujian *Hardware* adalah pengujian yang dilakukan pada program dan tampilan (HMI) yang di buat. Software yang digunakan yaitu TIA PORTAL 13. Proses pembuatan program dan pembuatan tampilan pada software ini dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Pembuatan Program PLC



Gambar 4. Pembuatan HMI

Pengujian Hasil Timbangan

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap cara kerja dari keseluruhan sistem. Pengujian dilakukan secara bertahap yaitu pertama adalah di lakukan proses kalibrasi sensor berat menggunakan batu timbangan. Kedua adalah pengambilan data untuk mendapatkan

nilai offset. Nilai offset di gunakan untuk mengimbangi sensor berat agar hasil timbangan yang di dapatkan mendekati nilai *set point*. Pengambilan data ini menggunakan material biji untuk pakan burung. Pengambilan data mulai dari 50 gram, 100 gram, 150 gram, 200 gram, 250 gram, dan 300 gram.

Proses Kalibrasi

Proses kalibrasi di lakukan selama 3 kali untuk mendapatkan nilai offset. Hasil kalibrasi material beras dapat dilihat pada tabel 10. Untuk hasil kalibrasi material biji dapat dilihat pada tabel 11. Sedangkan hasil kalibrasi material kacang hijau dapat dilihat pada tabel 10, 11, dan 12.

Tabel 10. Hasil Kalibrasi Menggunakan Material Biji

No	Set point (gram)	Hasil Timbangan (gram)	Sisa (gram)
1		139	39
2	100	138	38
3		140	40
Jumlah			119

Rumus :

Nilai Sisa=Hasil Timbangan-*Setpoint*
 Nilai Offset=Jumlah sisa/jumlah data sehingga,

Nilai Offset = 119 / 3 = 39,67 gram

Tabel 11. Hasil Kalibrasi Menggunakan Material Beras

No	Set point (gram)	Hasil Timbangan (gram)	Sisa (gram)
1		132	32
2	100	134	34
3		131,5	31,5
Jumlah			97,5

Rumus :

Nilai Sisa=Hasil Timbangan-*Setpoint*

Nilai Offset=Jumlah sisa/jumlah data

Nilai Offset = $97,5/3 = 32,5$ gram

Tabel 12. Hasil Kalibrasi Menggunakan Material Kacang Hijau

No	Set point (gram)	Hasil Timbangan (gram)	Sisa (gram)
1		128	28
2	100	128	28
3		128	28
Jumlah			84

Rumus :

Nilai Sisa=Hasil Timbangan-*Setpoint*

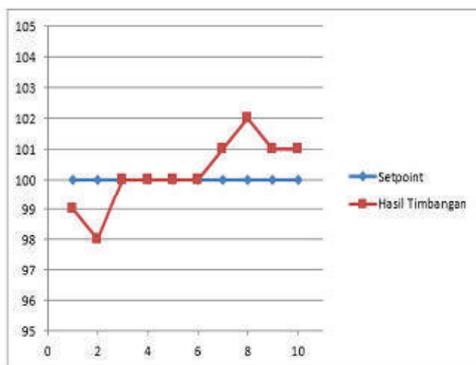
Nilai Offset=Jumlah sisa/jumlah data

Nilai Offset = $71 / 3 = 23,6$ gram

Dari hasil data di atas maka dapat disimpulkan nilai offset dari material biji adalah 39,67 gram, nilai offset dari material beras adalah 32,5 gram, dan nilai offset dari material biji kacang hijau adalah 23,6 gram.

Data Pengujian

Data hasil pengujian dan grafik pengambilan data menggunakan material biji dapat dilihat pada tabel 13 dan gambar 5. Dari data pengujian material biji diperoleh *persentase* rata-rata *error* nya adalah 0,2%.



Gambar 5. Grafik Pengambilan Data Menggunakan Material Biji

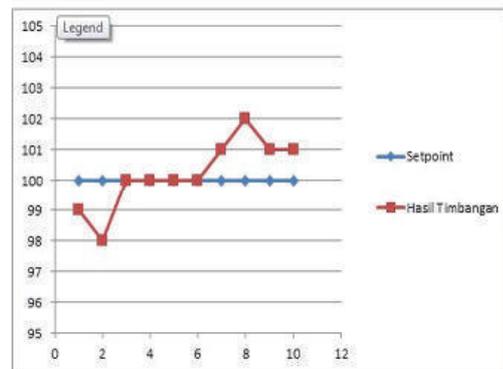
Tabel 13. Hasil Pengambilan Data Menggunakan Material Biji

	Material	Set point (gram)	Hasil Timbangan (gram)	Pengukuran	Error (%)
1	Biji	100	99	kurang	1
2	Biji	100	98	kurang	2
3	Biji	100	100	tepat	0
4	Biji	100	100	tepat	0
5	Biji	100	100	tepat	0
6	Biji	100	100	tepat	0
7	Biji	100	101	lebih	1
8	Biji	100	102	lebih	2
9	Biji	100	101	lebih	1
10	Biji	100	101	lebih	1

Data hasil pengujian dan grafik pengambilan data menggunakan material beras dapat dilihat pada tabel 14 dan gambar 6. Dari data pengujian material beras diperoleh *persentase* rata-rata *error* nya adalah 0,2%.

Tabel 14. Hasil Pengambilan Data Menggunakan Material Beras

	Material	Set point (gram)	Hasil Timbangan (gram)	Pengukuran	Error (%)
1	Beras	100	99	lebih	1
2	Beras	100	98	tepat	0
3	Beras	100	100	tepat	0
4	Beras	100	100	tepat	0
5	Beras	100	100	kurang	1
6	Beras	100	100	lebih	2
7	Beras	100	101	tepat	0
8	Beras	100	102	lebih	3
9	Beras	100	101	lebih	1
10	Beras	100	101	kurang	4

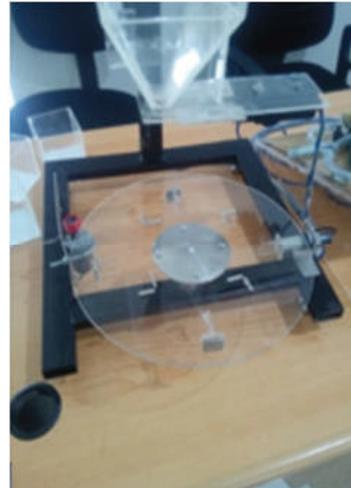


Gambar 6. Grafik Pengambilan Data Menggunakan Material Beras

Data hasil pengujian dan grafik pengambilan data menggunakan material kacang hijau dapat dilihat pada tabel 15 dan gambar 7. Dari data pengujian material kacang hijau diperoleh *persentase rata-rata error* nya adalah 0,3%.

Tabel 15. Hasil Pengambilan Data Menggunakan Material Kacang Hijau

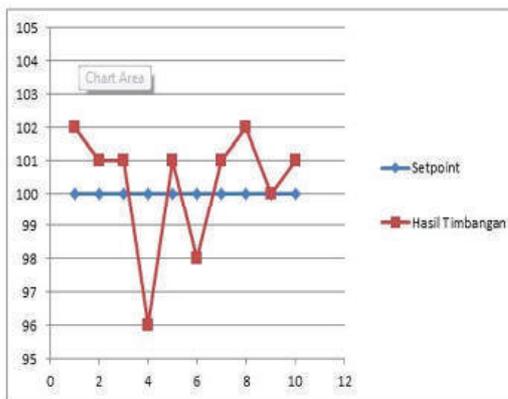
	Material	Set point (gram)	Hasil Timbangan (gram)	Pengukuran	Error (%)
1	Kacang hijau	100	102	lebih	2
2	Kacang hijau	100	101	lebih	1
3	Kacang hijau	100	101	lebih	1
4	Kacang hijau	100	96	kurang	4
5	Kacang hijau	100	101	lebih	1
6	Kacang hijau	100	98	kurang	2
7	Kacang hijau	100	101	lebih	1
8	Kacang hijau	100	102	lebih	2
9	Kacang hijau	100	100	tepat	0
10	Kacang hijau	100	101	lebih	1



Gambar 8. Rotary Tabel Conveyor



Gambar 9. Box



Gambar 7. Grafik Pengambilan Data Menggunakan Material Kacang Hijau



Gambar 10. Panel Komponen Box

Hasil Pembuatan Sistem

Rotary tabel conveyor, Box dan panel komponen Box dapat di lihat pada gambar 8, 9 dan 10 sedangkan tempat penampung butir (*granule*), katup otomatis, peletakan *Load Cell* dan sistem keseluruhan dapat di lihat pada gambar 11, 12, 13 dan 14.



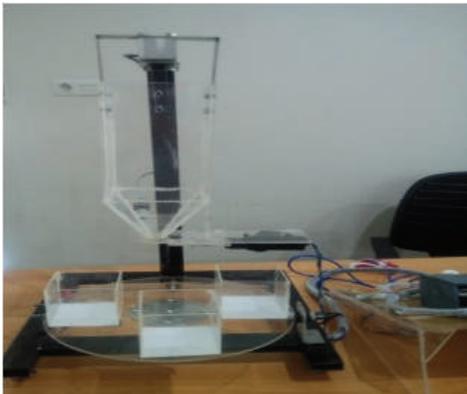
Gambar 11. Tempat penampung butir (*granule*)



Gambar 12. Katup Otomatis



Gambar 13. Peletakan *Load Cell*



Gambar 14. Sistem Keseluruhan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada akhir perancangan dan pembuatan prototipe sistem pengisian butir (*granule*) menggunakan sensor berat berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*), maka berikut kesimpulan yang diambil:

1. Prototipe sistem pengisian butir (*granule*) menggunakan sensor berat berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*), dapat bekerja sesuai deskripsi kerja yang diinginkan.
2. Pengendali otomatis yang digunakan adalah PLC Siemens S7-1200 dengan software TIA Portal 13.
3. *Input* yang digunakan sebagai sinyal masukan ke PLC sebanyak 5 *input*, terdiri dari 4 digital *input* 1 analog *input*. Digital *input*nya terdiri dari sensor fotoelektrik, sensor *proximity*, *push button*, dan *micro limit switch*. Analog *input*nya berupa sensor berat (*load cell*).
4. *Output* yang dikendalikan PLC sebanyak 3 *output*, berupa motor DC yang berfungsi untuk menggerakkan konveyor dan *central lock* yang berfungsi untuk membuka dan menutup katup.
5. Pada rancang bangun yang dibuat, dilakukan 3 kali proses kalibrasi untuk mendapatkan nilai *offset*. Nilai *offset* menentukan kepresisian hasil pada saat penimbangan.
6. Nilai *offset* ditimbulkan karena kecepatan *central lock* untuk menutup membutuhkan waktu sehingga material masih ada yang jatuh padahal timbangan telah tercapai.
7. Dari hasil pengujian biji, beras, dan kacang hijau sebanyak 10 kali dengan *set point* 100 gram, 150 gram, 200 gram, 250 gram, dan 300 gram. Rata-rata persentase *error* menggunakan material biji adalah 0,34%. Rata-rata persentase *error* menggunakan material beras adalah 0,20%.

Rata-rata persentase *error* menggunakan material kacang hijau adalah 0,26%.

Saran

Penulis memiliki beberapa saran untuk mengembangkan beberapa kelemahan pada sistem ini, yaitu sebagai berikut:

1. Material yang digunakan pada prototipe pengisian butir (*granule*) hanya biji-bijian. Pembaca mungkin bisa mengembangkan dengan berbagai material lainnya seperti tepung.
2. Alat ini hanya melakukan proses pengisian. Pembaca dapat mengembangkan lebih banyak fitur seperti proses pengemasan.
3. Alat ini hanya menggunakan *box* dengan kapasitas maksimum pengisian 400 gram. Pembaca dapat mengembangkan lebih besar lagi kapasitas *box*.
4. Alat ini hanya menggunakan *rotary tabel konveyor* (berputar) sehingga hanya 3 *box* yang dipakai. Pembaca dapat mengembangkan dengan menggunakan *konveyor belt* dan menggunakan robot yang berfungsi untuk meletakkan *box*.

Gunawan, M. H. 1981. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jakarta: Erlangga.

LOGO Mini Power Supply. 2016. *Datasheet.cc*: w3.siemens.com, Diakses tanggal 5 juli 2016

Priyo, J. 2015. *PLC ,HMI and Industrial part: PLC ,HMI and Industrial part*. Jakarta: Erlangga.

Syufrijal. 2008. *Modul Pengendalian Logika Terprogram*. Jakarta : Universitas Negeri Jakarta, hlm.4

SIMATIC S7-1200. 2016. *Datasheet.cc*: w3.siemens.com, Diakses tanggal 5 juli 2016

Siwarex wp231. 2016. *Datasheet.cc*: w3.siemens.com, Diakses tanggal 5 juli 2016

Wikipedia. 2014. *sensor*. wikipedia.org: <https://id.wikipedia.org/wiki/Sensor>, Diakses 28 Juni 2015)

DAFTAR RUJUKAN

Bolton, W. 2004. *Programmable Logic Controller (PLC) Ed. 3*. Jakarta: Erlangga.

[FT] Fakultas Teknik. 2015. *Panduan Tugas Akhir Program Diploma Tiga*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.