

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL MASSA PENIMBANGAN DAN LAJU ALIRAN BIJI JAGUNG BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Cipto Wahyudi

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: ciptowahyudi079@gmail.com

Masruki Kabib

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: masruki.kabib68@gmail.com

Akhmad Zidni Huda

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: akhmad.zidni@umk.ac.id

ABSTRAK

Peralatan - peralatan yang dahulu bekerja secara manual sekarang mulai banyak dikembangkan secara otomatis. Ketelitian pada proses penimbangan biji jagung sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan mendesain dan implementasi sistem kontrol penimbangan untuk mengendalikan keakuratan takaran massa pada pengisian kemasan bibit jagung dan mengetahui variasi kapasitas *rotary valve* pada mesin *pneumatic conveying* dengan mengontrol kecepatan aliran biji jagung. Metode penelitian diawali dengan proses perancangan, gambar desain sistem kontrol, diagram blok sistem kontrol, pembuatan dan pengujian sistem kontrol. Proses pembuatannya meliputi pembuatan desain sistem kontrol, pembuatan *software*, perakitan sistem kontrol massa penimbangan dan aliran biji jagung pada mesin. Hasil dari penelitian ini adalah telah diimplementasikan sistem kontrol massa penimbangan dan laju aliran biji jagung pada mesin *pneumatic conveying* berbasis mikrokontroler arduino dengan pengujian kontrol massa penimbangan pada setpoint 2000 gram didapatkan persentase keberhasilan sebesar 99,19%, pada setpoint 5000 gram didapatkan persentase keberhasilan sebesar 99,17%, dan pada setpoint 8000 gram didapatkan persentase keberhasilan sebesar 99,54%. Sedangkan pada pengujian kontrol kecepatan aliran bibit jagung pada variasi kecepatan 50 rpm didapatkan hasil penimbangan kapasitas sebesar 2,21 kg/menit, pada variasi kecepatan 60 rpm didapatkan hasil penimbangan kapasitas sebesar 2,67 kg/menit, dan pada variasi kecepatan 70 rpm didapatkan hasil penimbangan kapasitas sebesar 2,79 kg/menit.

Kata kunci: sistem kontrol, massa penimbangan, kecepatan aliran

ABSTRACT

Equipments that used to work manually is now starting to be developed automatically. Accuracy in the process of weighing corn seeds is very necessary. This study aims to design and implement a weighing control system to control the accuracy of the mass dose on the filling of corn seed packaging and determine the variation of the rotary valve capacity on a pneumatic conveying machine by controlling the flow rate of corn kernels. The research method begins with the design process, control system design drawings, control system block diagrams, manufacture and test control systems. The manufacturing process includes the design of the control system, the manufacture of software, the assembly of the mass control system for weighing and flow of corn kernels on the machine. The result of this research was that a weighing mass control system and corn kernels flow rate has been implemented on an Arduino microcontroller-based pneumatic conveying machine with a weighing mass control test at a setpoint of 2000 grams, the percentage of success is 99.19%, at a

setpoint of 5000 grams, the percentage of success is 99.17%, and at a setpoint of 8000 grams, the percentage of success is 99.54%. Meanwhile, in the control test for the flow rate of corn seeds at a speed variation of 50 rpm, the results obtained for a weighing capacity of 2.21 kg/minute, at a speed variation of 60 rpm, the results obtained for a weighing capacity of 2.67 kg/minute, and at a speed variation of 70 rpm, the results obtained weighing capacity of 2.79 kg/minute.

Keywords: control system, weighing mass, flow velocity

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya dengan sumber daya alam yang melimpah, oleh sebab itu pemerintah mengandalkan sektor pertanian sebagai salah satu factor yang terpenting dalam pembangunan nasional, serta layak mendapat prioritas untuk dikembangkan. Salah satu komoditas pangan strategis yang ketersediaannya layak dipantau serta dijaga stabilitas harganya oleh pemerintah adalah jagung.

Konsumsi jagung di Indonesia semakin bertambah selama 5 tahun terakhir (2009-2013) sebesar 18,006 juta ton tahun 2009 jadi 20,737 juta ton tahun 2013 atau bertambah rata-rata sebesar 3,61% per tahun. Rata-rata kebutuhan konsumsi pangan meningkat jadi 3,44% per tahun, begitu juga kebutuhan bahan baku untuk pakan ternak rata-rata meningkat sebesar 7,55% per tahun, serta kebutuhan yang lainnya juga bertambah rata-rata 0,18% per tahun [1].

Proses pemindahan material jagung dapat meningkatkan efisiensi proses dengan menggunakan mesin pengangkut. Salah satu mesin yang digunakan adalah *pneumatic conveying*. Suatu proses di saat bahan curah ditransfer atau dipindahkan menggunakan aliran gas bertekanan sebagai media pengangkut dari satu sumber atau lebih menuju ke tempat lainnya.

Hampir seluruh industri saat menjalankan proses produksinya membutuhkan sebuah sistem pengendali, untuk memperoleh hasil yang maksimal dari segi kualitas, kuantitas, efisiensi dan efektifitas. Ada banyak pengendalian didalam suatu proses, diantaranya yang sangat umum adalah tekanan, aliran, dan permukaan zat cair [2].

Salah satu alat yang memerlukan pengendalian aliran ialah pada *rotary valve* sebagai pengumpan material, sebagai pengatur keluaran material yang dikehendaki melalui *input (set point)*, yang diperlukan dalam pengontrol aliran adalah keluaran dari proses pengendalian aliran *output* sesuai yang dikehendaki oleh *set point*.

Menurut penelitian Bayu Irwanto (2019), dalam sistem kontrol penimbangan dapat di gunakan untuk proses pengepakan produk. Manusia yang terlibat dalam proses produksipun diminimalisir agar hasil produk dapat lebih baik. Proses yang banyak menyita waktu dan tenaga pekerja di industri salah satunya ialah proses pengepakan tembakau [3].

Salah satu aktivitas dalam produksi yaitu proses pengisian serta pengepakan, adalah dengan menentukan takaran berat serta keakuratan dalam pengisian. Kesulitan pada proses produksi ini bisa dianalisa jika proses pengisian serta pengepakan kedalam kemasan dikerjakan secara manual yang akan mengakibatkan banyaknya waktu yang terpakai.[4]

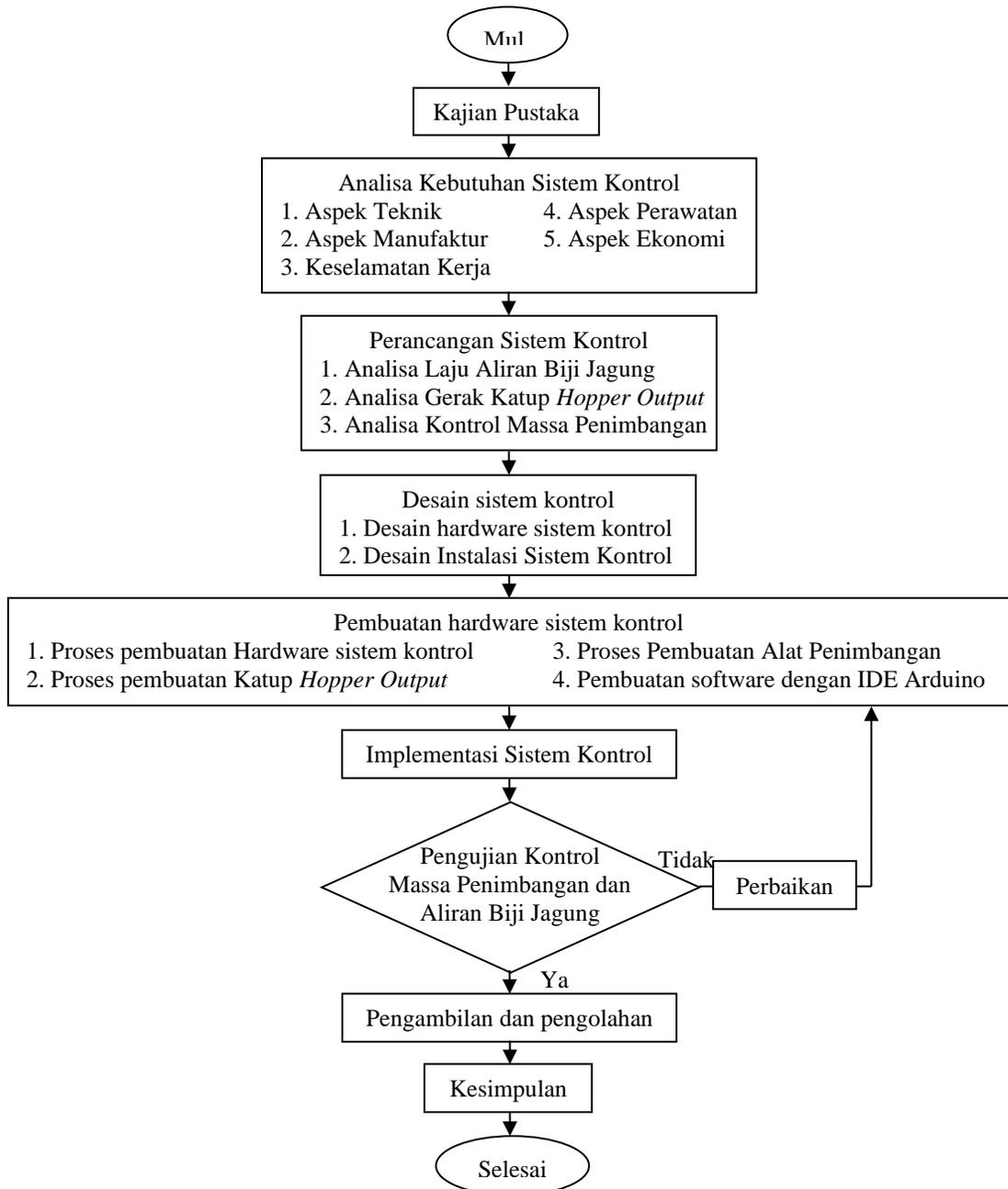
Pengisian material kedalam kemasan merupakan hasil dari proses kontrol massa penimbangan. Pada proses pengisian konvensional yang dikerjakan secara manual, membutuhkan waktu yang cukup lama dan beresiko melakukan kesalahan dalam mengukur massa penimbangan. Proses pengendalian kemasan plastic dengan putaran rol dapat dilakukan dengan presisi [5]. Dalam penelitian ini dikembangkan model sistem kontrol massa penimbangan untuk menjalankan katup pengisian material ke dalam plastik kemasan pada *hopper output* mesin *pneumatic conveying*. Proses penimbangan bahan sejenis tepung juga dapat dilakukan dengan presisi [6].

Penelitian ini fokus pada proses tahap akhir dari mesin *pneumatic conveying*, dimana material biji jagung yang telah dipindah oleh mesin *pneumatic conveying* akan sampai pada *hopper output*, pada tahap selanjutnya biji jagung akan dijatuhkan kedalam kemasan untuk dijadikan sebagai produk bibit jagung. Sehingga sangat di butuhkan sistem pengendalian di mesin *pneumatic conveying*

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengontrol proses penimbangan dan laju aliran biji jagung yang masuk pada kemasan, serta mengatur switch buka tutup pada *valve* yang berada pada bagian bawah hopper output. Sehingga massa penimbangan pada pengisian kemasan dapat sesuai takaran yang diinginkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan untuk proses pengendalian pada mesin *Pneumatic conveying* untuk biji jagung, dengan diagram alir ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

1. Langkah awal yang harus dilakukan dalam rancang bangun sistem kontrol massa penimbangan dan aliran biji jagung pada mesin *pneumatic conveying* berbasis arduino dimulai dari studi pustaka untuk mencari data-data yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Menganalisa kebutuhan dari setiap aspek – aspek penting yang dapat mendukung proses rancang bangun, sehingga dapat menguatkan proses pelaksanaan penelitian ini dari rumusan masalah yang telah diperoleh.
3. Melakukan pembuatan desain dari kontrol massa penimbangan dan aliran biji jagung pada mesin *pneumatic conveying* berbasis arduino.
4. Melakukan perancangan sistem kontrol massa penimbangan dan aliran biji jagung yang terdiri dari pembuatan diagram blok dan pembuatan desain hardware dari sistem kontrol
5. Melakukan pembuatan hardware dan mengkalibrasi serta mengimplementasikan program kontrol massa penimbangan dan aliran biji jagung pada mesin *pneumatic conveying* berbasis arduino dengan software IDE Arduino.
6. Melakukan mengujian kontrol massa penimbangan dan aliran biji jagung pada mesin *pneumatic conveying* berbasis arduino, apakah program dan instalasi telah bekerja sesuai dengan prinsip kerja atau tidak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Perancangan Sistem Kontrol

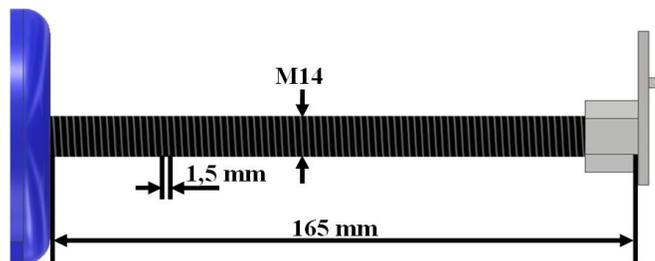
3.1.1 Analisa Gerak Katup Hopper Output

Motor ac berfungsi memutar poros berulir yang dipasangkan kepada mur yang menempel pada plat katup *hopper output*, sehingga terjadi gerakan membuka pada katup apabila motor ac berputar searah jarum jam dan akan terjadi gerakan menutup pada katup apabila motor ac berputar berlawanan jarum jam, sebagaimana di tunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Desain katup *hopper output*

Poros berulir memiliki dapat mengubah gerakan berputar dari motor AC yang memiliki kecepatan 11.000 rpm menjadi gerakan lurus atau maju mundur dengan dipasangkan menggunakan mur, dimensi dari poros berulir dapat ditunjukkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Dimensi poros berulir

Keterangan:

Panjang ulir (L)	: 165 mm
Diametere luar ulir (D)	: 14 mm
Pitch (P)	: 1,5 mm
Putaran motor (V)	: 6.000 RPM

Analisa pergerakan katup dapat meliputi berapa lama waktu yang dibutuhkan katup untuk membuka dan menutup, dapat dilihat pada persamaan berikut:

- a. Mencari jumlah putaran untuk membuka dan menutup, menggunakan persamaan 1.

$$N = \frac{L}{p} \quad (1)$$

$$N = \frac{165}{1,5}$$

$$N = 110 \text{ Putaran}$$

- b. Mencari durasi untuk membuka dan menutup, menggunakan persamaan 2.

$$T = \frac{N}{v} \times 60 \quad (2)$$

$$T = \frac{110}{6000} \times 60$$

$$T = 0,018 \times 60$$

$$T = 1,1 \text{ s}$$

Waktu yang dibutuhkan katup dengan panjang 165 mm untuk dapat membuka dan menutup *hopper output* adalah sebesar 1,1 detik

3.1.2. Analisa Laju Aliran Biji Jagung

Laju aliran biji jagung dapat divariasikan sehingga dapat dihasilkan kapasitas yang berbeda dengan cara mengendalikan kecepatan putar dari rotor *rotary valve* yang di gerakkan oleh motor ac pada mesin *pneumatic conveying* yang memiliki kapasitas (Q) sebesar 200 kg/jam, kemudian untuk dapat mengetahui perbedaan kapasitas yang dihasil kan dari variasi kecepatan putar rotor *rotary valve* sebesar 50, 60 dan 70 rpm dapat dilihat pada perhitungan berikut :

Kapasitas mesin :

$$Q = 200 \text{ kg/h} = 55,56 \text{ g/s}$$

Jadi kontrol keluaran biji jagung dari rotary valve:

$$1 \text{ putaran} = 55,56 \text{ g/s}$$

- a. Mencari kapasitas rotary valve

$$\text{Kapasitas} = \text{Kecepatan} \times \text{Kapasitas Mesin} \quad (3)$$

Setelah dilakukan perhitungan untuk kecepatan putar rotary valve sebesar 50, 60 dan 70 rpm diketahui kapasitas pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perhitungan kapasitas dengan variasi kecepatan putar rotary valve

Kecepatan (RPM)	Kapasitas (gram/menit)
50	2778
60	3333,6
70	3889,2

3.1.3 Analisa Kontrol Massa Penimbangan

Analisa kontrol massa penimbangan adalah untuk mengetahui banyaknya waktu yang diperlukan dalam melakukan pengisian jagung kedalam kemasan, menggunakan kecepatan 60 rpm dengan kapasitas sebesar 3333,6 gram/menit sehingga untuk dapat mengetahui banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk pengisian biji jagung kedalam kemasan dari kontrol massa penimbangan dapat diketahui pada perhitungan berikut :

Kapasitas :

$$Q = 3333 \text{ g/m} : 55,56 \text{ g/s}$$

a. Mencari banyaknya waktu yang diperlukan pada setpoint 1000 g
 Pada setpoint sebesar 1000 gram membutuhkan durasi waktu sebesar:
 Setpoint 1000 gram :

$$t = \frac{\text{setpoint}}{\text{kapasitas}} \quad (4)$$

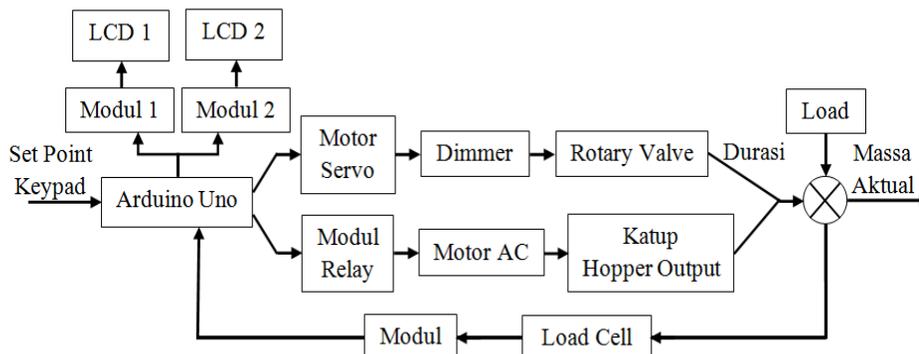
Setelah dilakukan perhitungan untuk waktu yang diperlukan untuk pengisian biji jagung kedalam kemasan dengan setpoint sebesar 1000-10.000 gram diketahui hasil perhitungan pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perhitungan durasi pengisian kemasan dengan set point 1000-10.000 gram

Set Point (gram)	Waktu (s)
1000	17,99
2000	35,99
3000	53,99
4000	71,99
5000	89,99
6000	107,99
7000	125,98
8000	143,98
9000	161,98
10000	179,98

3.2. Desain Sistem Kontrol

Desain sistem kontrol ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara detail. Dilengkapi dengan cara kerja sistem kontrol terhadap mesin *Pneumatic Conveying*, serta dalam perancangan dan pembuatan *hardware* mudah dipahami. Desain sistem control di tunjukkan pada gambar 4 dibawah.



Gambar 4. Diagram Blok kontrol massa penimbangan dan aliran Biji Jagung

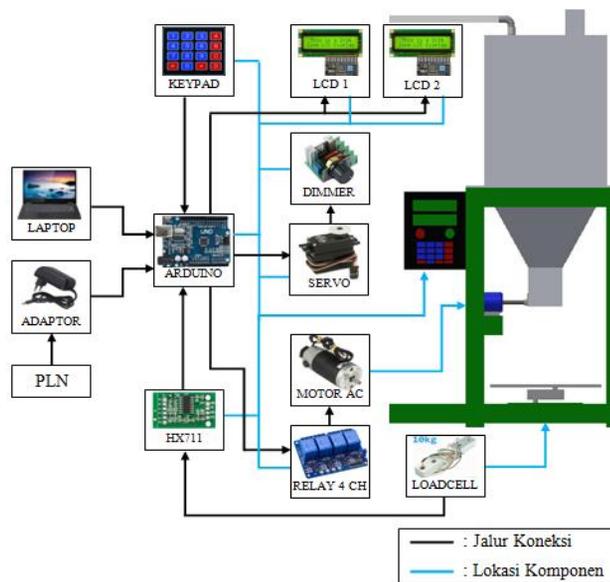
Cara Kerja:

1. Pada saat dinyalakan *Arduino* menginialisasi semua *input output*.
2. Pada saat tombol pilihan menu untuk kontrol massa penimbangan ditekan, arduino akan membaca *input* nilai takaran massa timbangan biji jagung yang ditentukan dari tombol keypad yang ditekan.
3. Setelah program dijalankan, katup akan membuka sehingga biji jagung dari *hopper output* dapat jatuh kedalam kemasan sehingga terjadi proses pengisian kemasan.
4. Apabila nilai *massa* yang ditimbang oleh sensor *load cell* telah terpenuhi sesuai takaran yang diinginkan, maka katup akan menutup secara otomatis, sehingga proses pengisian kemasan biji jagung akan terhenti karena aliran dari *hopper output* terhenti.

5. Operator dapat mengganti nominal *massa* dengan menekan tombol reset dan mengganti nominal berat sesuai yang diinginkan.
6. Ketika tombol *keypad* ditekan pada pilihan menu kontrol aliran, arduino akan membaca *input* nilai kecepatan aliran biji jagung yang ditentukan dari tombol keypad yang ditekan.
7. Motor servo akan memutar potensio pada dimmer sebagai pengatur kecepatan putar motor ac pada *rotary valve* sesuai tombol yang ditekan.
8. Katup akan membuka selama 60 detik dan sensor *load cell* akan mengukur massa biji jagung yang dialirkan
9. LCD akan menampilkan waktu dan hasil pengukuran massa sehingga kapasitas dari kontrol aliran biji jagung dapat terbaca.

3.3. Desain Instalasi *Hardware*

Desain instalasi hardware di tunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Instalasi Hardware Sistem Kontrol Massa Penimbangan dan Aliran Biji Jagung

Penjelasan :

1. Arus listrik AC dari PLN dirubah oleh adaptor menjadi arus DC.
2. Adaptor memberi *supply* arus listrik DC ke arduino untuk diteruskan ke seluruh komponen.
3. Laptop memasukkan data kode pemrograman ke arduino dengan software Arduino IDE.
4. *Keypad* mengirim sinyal tombol yang ditekan ke arduino.
5. Arduino memerintahkan lcd menampilkan angka yang ditekan.
6. *Loadcell* mengukur massa material dan memberi sinyal ke modul HX711
7. Modul HX711 menguatkan sinyal dari *loadcell* dan dikirim ke arduino.
8. Arduino memerintahkan modul relay 4 channel untuk memutar motor DC.
9. Motor servo memutar potensio pada dimmer untuk mengatur kecepatan putar *rotary valve*

3.4 Hasil Pembuatan *Hardware* Sistem Kontrol

Hasil pembuatan *hardware* sistem control di tunjukkan pada gambar 6, 7 dan 8.



Gambar 6.. Sistem Kontrol Massa Penimbangan dan Aliran Biji Jagung

Keterangan:

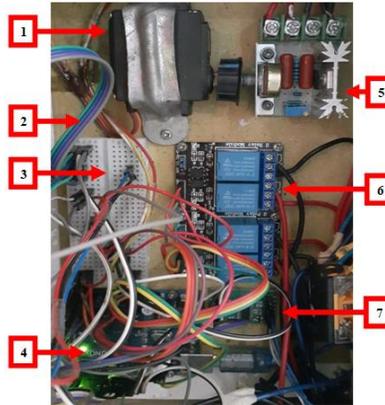
1. Panel kontrol
2. Katup *hopper output*
3. Penimbang



Gambar 7. *Box* panel kontrol

Keterangan:

1. LCD dan modul I2C
2. Lampu led
3. Keypad 4x4
4. Dimmer
5. Tombol *push button*



Gambar 8. *Hardware* sistem kontrol dalam *box* panel kontrol

Keterangan:

1. Motor servo
2. Kabel *jumper*
3. *Project board*
4. *Arduino Uno Atmega328*
5. *Dimmer*
6. Modul relay 4 channel
7. Modul HX711

3.5. Hasil Pengujian

Proses pengujian massa penimbangan dengan sensor *loadcell* bertujuan untuk mengetahui keakuratan kontrol massa penimbangan, pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pengujian dan nilai takaran yang diuji sebesar 2000 gram, 5000 gram dan 8000 gram. Dan pada proses pengujian aliran biji jagung bertujuan untuk mengetahui variasi kapasitas *rotary valve* pada mesin *pneumatic conveying* dengan mengontrol kecepatan aliran biji jagung, dibawah ini pengujian kontrol aliran dilakukan sebanyak 5 kali pengujian dan divariasikan nilai kecepatan putar dari *rotor rotary valve* sebesar 50 rpm, 60 rpm dan 70 rpm dapat dilihat pada table 3 dan 4 berikut:

Tabel 3. Keberhasilan Ketelitian Pengukuran dan Tingkat *Error* Ketelitian Pengukuran Pada Sensor *Loadcell*

Setpoint (g)	Hasil Penimbangan (g)	Penyimpangan (g)	Tingkat Keberhasilan (%)	Tingkat Error (%)
2000	1983,89	16,11	99,19	0,81
5000	4958,65	41,35	99,17	0,83
8000	7963,70	36,30	99,54	0,46

Tabel 4. Kapasitas Mesin *Pneumatic Conveying* Dengan Variasi Kecepatan Putar Rotor *Rotary Valve* Pada 50,60 Dan 70 Rpm

No	SetPoint (RPM)	Waktu (s)	Hasil Penimbangan (g)	Kapasitas (kg/menit)
1	50		2209,37	2,21
2	60	60	2668,18	2,67
3	70		2785,65	2,79

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini adalah telah diimplementasikan sistem kontrol massa penimbangan dan aliran biji jagung pada mesin *pneumatic conveying* berbasis arduino, pada setpoint sebesar 2000 gram didapatkan persentase keberhasilan sebesar 99,19 %, pada setpoint sebesar 5000 gram didapatkan persentase keberhasilan sebesar 99,17 % dan pada setpoint sebesar 8000 gram didapatkan persentase keberhasilan sebesar 99,54 %. Untuk pengaturan kecepatan untuk kontrol aliran bibit jagung pada variasi kecepatan sebesar 50 rpm didapatkan hasil penimbangan kapasitas sebesar 2,21 kg/menit. pada variasi kecepatan sebesar 60 rpm didapatkan hasil penimbangan kapasitas sebesar 2,67 kg/ment, dan pada variasi kecepatan sebesar 70 rpm didapatkan penimbangan kapasitas sebesar 2,71 kg/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Varina, "Dampak Tarif Impor Jagung terhadap Kesejahteraan Pelaku Pasar Jagung Indonesia," vol. 3, no. 1, pp. 47–64, 2018.
- [2] D. H. Wisudana, "Rancang Bangun Sistem pengendalian Level Unit Storage Tank A pada Simulator Mixing Process," 2012.
- [3] Bayu Irwanto, Masruki Kabib, Rochmad Winarso, (2019), Rancang Bangun Sistem Kontrol Penimbangan Tembakau Dengan Mikrokontroller Arduino Uno, *Jurnal Crankshaft*, Volume 2, Nomor 2, pp. 27-32.
- [4] Reza Hadi Cahyono, M. Kabib, A. Zidni Hudaya, (2021), Desain Dan Analisa Simulasi Mesin Pneumatic Conveying Untuk Memindahkan Biji Jagung, *Jurnal Crankshaft*, Volume 4, No.1, pp. 49-56.
- [5] S. B. Lutfi, M. Kabib, and T. Hidayat, "Desain Dan Implementasi Sistem Kontrol Putaran Rol Penarik Dan Pengepres Plastik Pada Mesin Pengemas Jahe Bubuk," *J. Crankshaft*, vol. 2, no. 2, pp. 41–50, 2019.
- [6] A. Yoanda, Azhar, and M. Kamal, "Rancang Bangun Sistem Pengepakan Tepung Secara Otomatis Menggunakan Programmable Logic Controller," vol. 2, no. 1, 2018.