

PERANCANGAN MESIN PENYORTIRAN DAN PROSES PENGEMASAN BENIH KENTANG BERDASARKAN UKURAN MENGGUNAKAN SISTEM CONVEYOR

DESIGN OF SORTATION AND PACKAGING PROCESS MACHINE FOR POTATO SEEDS BASED ON SIZE USING THE CONVEYOR SYSTEM

Nabhan Rosihan Nu'man¹, Rizki Ardianto Priramadhi², Agung Surya Wibowo³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹nabhanrn08@gmail.com, ²rizkia@telkomuniversity.ac.id, ³agungsw@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan informasi dari Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSP), Pangalengan dikenal sebagai penghasil benih kentang terbaik di Indonesia. Hal ini dapat dilihat dengan didirikannya Balai Benih Induk (BBI) di Pangalengan yang dimana BBI ini merupakan penghasil benih kentang terbesar di Indonesia. Salah satu tahapan terpenting dalam proses pengolahan benih kentang adalah proses penyortiran ukuran benih kentang. Proses penyortiran ini berlangsung secara manual dan dilakukan oleh tenaga kerja manusia. Proses manual ini tentunya akan membutuhkan lebih banyak tenaga kerja, lebih banyak waktu, dan lebih tingginya kemungkinan terjadinya kesalahan kategorisasi ukuran. Adapun tahapan yang tidak dapat dipisahkan dari proses penyortiran adalah proses pengemasan. Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini akan dirancang sebuah prototype penyortir ukuran dan pengemas benih kentang dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler. Tujuan perancangan mesin ini diantaranya untuk memisahkan benih kentang berdasarkan ukurannya, menghitung jumlah benih kentang yang disortir menggunakan limit switch, dan mengemas benih kentang menggunakan sistem Conveyor. Perancangan mesin ini diharapkan dapat mengurangi kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM), meningkatkan efisiensi waktu, memperkecil kemungkinan terjadinya human-error, dan mempermudah pendataan jumlah benih kentang yang tersedia. Hasil dari penelitian ini adalah pengujian kecepatan penyortiran dan pengemasan benih kentang, ketepatan perhitungan jumlah benih kentang yang telah disortir dengan kapasitas ukuran benih kentang yang berbeda-beda, dan kesesuaian kategori ukuran benih kentang yang disortir. Masing-masing pengujian dilakukan sebanyak 30 kali pengujian. Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa dengan menggunakan perangkat ini efisiensi waktu penyortiran dan pengemasan benih kentang akan meningkat. Hal ini dikarenakan kemampuan perangkat yang memiliki kecepatan penyortiran 2x lebih cepat dibandingkan dengan pengerjaan manual dengan persentase kekeliruan dalam penyortiran ukuran yang minim. Perangkat ini juga mampu memberikan data jumlah benih kentang sesuai dengan masing-masing ukurannya dengan mempertimbangkan adanya rata-rata persentase error keseluruhan dari akurasi perhitungan jumlah benih kentang yang terdeteksi dan dihitung oleh limit switch sekitar 19.72%. Hal ini diduga karena kemungkinan adanya keterbatasan fungsi mekanik dan beberapa komponen yang ada pada mesin penyortiran dan pengemasan yang telah dirancang. Selain itu, akurasi penyortiran ukuran benih kentang masih memiliki tingkat kekeliruan sebesar 7.96%, namun perangkat memiliki tingkat akurasi sempurna untuk penyortiran benda dengan bentuk bulat sempurna.

Kata kunci : benih kentang, penyortir, pengemas, Arduino Uno, limit switch, sistem conveyor.

ABSTRACT

Based on the information from Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSP), Pangalengan is known as the best producer of potato seeds in Indonesia. This can be seen by the establishment of Balai Benih Induk (BBI) in Pangalengan, where BBI is the largest potato seed producer in Indonesia. One of the most important stages of potato seeding is the process of sorting the potato seeds based on their sizes. The sorting process is done manually by human labor. This manual process will certainly require more labor, more time, and a higher possibility of size categorization errors. As for the stage that cannot be separated from the sorting process is the packaging process. Therefore, this Final Project will be designing a prototype of a potato seeds sorter based on sizes and potato seeds packer using Arduino Uno as the microcontroller. The purpose of this machine design is to separate potato seeds based on their size, calculate the number of potato seeds sorted using the limit switch, and packing potato seeds using the Conveyor system. The design of this machine is expected to reduce the need for Human Resources (HR), improve time efficiency, minimize the possibility of human-error, and ease the data collection of the available potato seeds. The results of this study are testing the duration needed in sorting and packing the potato seeds, the accuracy of calculating the number of potato seeds that have been sorted with different size capacities, and the suitability of the size categorization of the sorted potato seeds. Each test is carried out 30 times. Based on the test results, it is known that using this device, the time efficiency of sorting and packaging potato seeds will increase. This is known by the ability of the device to sort potato seeds 2x faster

than manual work with a minimum percentage of errors. This device is also able to provide data on the number of potato seeds according to each size by considering the overall average percentage error from the calculation accuracy of the number of potato seeds detected and calculated by the limit switches which is around 19.72%. This is presumably due to the possibility of limited mechanical functions and some of the components available used in the sorting and packaging machines that have been designed. In addition, the accuracy of sorting the potato seeds based on sizes still has an error rate of 7.96%, but has a perfect level of accuracy for sorting objects with perfect round shapes.

Keyword : potato seeds, sortation, packaging, Arduino Uno, limit switch, conveyor system.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan sektor yang menopang kehidupan sebagian besar masyarakat Indonesia. Pangalengan merupakan salah satu daerah yang mayoritas penduduknya bergelut di sektor pertanian. Pangalengan memiliki penduduk yang mayoritas berprofesi sebagai petani, terutama di bidang hortikultura. Adapun tanaman hortikultura yang paling banyak diminati para petani adalah kentang. Selain penghasil hortikultura, khususnya kentang, berdasarkan informasi dari Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSP), sampai saat ini Pangalengan juga dikenal sebagai penghasil benih kentang terbaik di Indonesia. Hal ini dapat dilihat dengan didirikannya Balai Benih Induk (BBI) yang merupakan penghasil benih kentang terbesar di Indonesia yang hanya ada di Pangalengan.

Pada saat panen di lapangan, kentang berukuran kecil, untuk benih dimasukkan ke dalam karung kanit dan kemudian diangkut ke gudang penyimpanan. Benih kentang kemudian diangkut di atas terpal untuk proses penjemuran benih kentang dan sekaligus dilakukan proses penyortiran yang dipilih satu per satu. Penyortiran benih kentang terdiri dari 2 (dua) kategori, yaitu berdasarkan ukuran dan berdasarkan kualitas yaitu busuk atau tidaknya benih tersebut. Benih kentang biasa dikelompokkan ke dalam beberapa ukuran, yaitu Small (S), Medium (M), dan Large (L). Semakin kecil ukuran benih maka nilainya semakin tinggi. Proses penyortiran ini berlangsung secara manual dan dilakukan oleh tenaga kerja manusia. Proses manual ini tentunya akan membutuhkan lebih banyak tenaga kerja dan lebih banyak waktu. Kecilnya selisih ukuran antara S-M-L dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya kekeliruan atau bahkan membutuhkan tambahan waktu untuk menentukan kategori manakah benih tersebut berada.

Peluang penangkar benih kentang saat ini sangat besar terutama di daerah Pangalengan yang sudah dikenal sebagai penghasil benih yang baik. Namun, sampai saat ini, para penangkar benih kentang masih melakukan penyortiran ukuran benih secara manual dan belum menerapkan proses penyortiran yang lebih efektif dan efisien sehingga menjadi salah satu hambatan cepatnya proses penyortiran dan pengemasan benih kentang. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan kebutuhan akan adanya perancangan mesin penyortiran benih kentang berdasarkan ukuran

yang mencakup proses penghitungan jumlah butir benih kentang. Adanya pertimbangan untuk mesin penyortiran tersebut diharapkan dapat lebih menghemat waktu, Sumber Daya Manusia (SDM), serta memperkecil kemungkinan terjadinya kekeliruan ukuran karena sudah diatur oleh mesin penyortir. Disamping itu, tahapan yang tidak dapat dipisahkan dari proses sortasi adalah proses pengemasan ke dalam peti kemas agar kondisi fisik benih terjaga. Sehingga mesin penyortir yang akan dirancang akan mencakup pengemasan benih ke dalam kerat atau peti kemas secara aman menggunakan sistem conveyor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam kajian ini sebagai berikut:

1. Desain perangkat keras seperti apa yang cocok dipakai untuk melakukan proses penyortiran benih kentang yang cepat dan akurat?
2. Bagaimana rancangan algoritma pemrograman pengolahan data dari sistem sensor untuk penghitungan jumlah benih kentang yang disortir?
3. Bagaimana rancangan perangkat keras dari mesin penyortiran dan pengemasan benih kentang menggunakan sistem conveyor?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, terdapat batasan-batasan masalah dalam kajian ini sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan terhadap perancangan mesin penyortiran hanya mencakup penyortiran berdasarkan ukuran benih, dan tidak mencakup penyortiran berdasarkan kualitas yaitu bagus atau busuknya benih yang tersedia.
2. Aplikasi rancangan dari penelitian ini akan menghasilkan keluaran berupa *prototype* dari mesin penyortiran dan pengemasan aktual.
3. Fungsi alat lebih dianjurkan untuk digunakan sebagai perangkat penyortir benda dengan bentuk bulat sempurna karena memiliki diameter yang sama meski diukur dari sisi berbeda, sedangkan benih kentang (benda tidak bulat sempurna) memiliki diameter yang berbeda jika diukur dari sisi yang berbeda pula.

4. *Prototype* dari mesin penyortiran dan pengemasan benih kentang ini belum sepenuhnya optimal dikarenakan adanya keterbatasan komponen dan biaya.

II. DASAR TEORI

2.1 Mesin

Mesin adalah suatu peralatan yang digerakkan oleh kekuatan atau tenaga yang dipergunakan untuk membantu manusia dalam mengerjakan produk atau bagian-bagian tertentu (Assauri, 2004:78). Mesin merupakan suatu fasilitas yang mutlak diperlukan perusahaan manufaktur dalam memproduksi. Dengan menggunakan mesin perusahaan dapat menekan tingkat kegagalan produk dan dapat meningkatkan standar kualitas serta dapat mencapai ketepatan waktu dalam menyelesaikan produknya sesuai dengan permintaan pelanggan dan penggunaan sumber bahan baku akan lebih efisien karena dapat lebih terkontrol penggunaannya. Adapun macam-macam mesin yang akan diterapkan pada perancangan ini diantaranya mesin sortasi dan mesin kemas untuk benih kentang.

2.2 Sistem Conveyor

Conveyor adalah bagian umum dari peralatan penanganan material mekanis yang bergerak dari satu lokasi ke lokasi lain. *Conveyor* terutama berguna dalam aplikasi yang melibatkan transportasi bahan berat atau besar. Sistem conveyor memungkinkan transportasi cepat dan efisien untuk berbagai bahan.

Belt conveyor pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *belt conveyor* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Karakteristik dan performa dari *belt conveyor* dapat beroperasi secara mendatar maupun miring dengan sudut maksimum sampai dengan 18, juga sabuk disanglah oleh plat roller untuk membawa bahan, dan berkapasitas tinggi.

Roller conveyor merupakan suatu sistem conveyor yang penumpu utama barang yang ditransportasikan adalah *roller*. Spesifikasi *roller conveyor* juga harus disesuaikan dengan dimensi dan beban unit yang akan ditransportasikan. Rancangan sistem *roller conveyor* harus mampu menerima beban maksimum yang mungkin terjadi pada sistem conveyor. Selain itu, desain dimensi sistem juga harus dipertimbangkan agar sesuai dengan dimensi unit yang akan ditransportasikan. Dalam beberapa kasus dimensi unit yang lebih lebar dari dimensi lebar *roller* masih diperbolehkan. Kelebihan *roller conveyor* adalah bisa mentransformasikan pada kemiringan tertentu sehingga conveyor bisa mentransportasikan barang dari satu tingkat ke tingkat yang lain. Selain itu, *roller conveyor* juga bisa membelokkan jalur unit yang belokkannya sangat tajam. Hal tersebut bermanfaat untuk daerah yang ruangnya terbatas.

2.3 Pipa Paralon

Pipa Paralon yaitu jenis pipa yang terbuat dari bahan plastik, dan beberapa kombinasi *vinyl* lainnya. Pipa paralon juga dikenal dengan nama *Polyvinyl chloride (PVC)*. Pipa paralon ini memiliki umur yang lebih lama dibandingkan pipa lainnya, serta tidak gampang rusak, seperti berkarat atau membusuk, serta tahan dari berbagai zat kimia. Pipa jenis ini memiliki urutan ketiga dalam jumlah pemakaian, dan 50% lebih pipa paralon dipakai dalam konstruksi, mengingat sifatnya yang tahan lama, keras, ringan, dan kuat. Selain tahan lama, penginstalan pipa PVC tergolong mudah, dibandingkan pipa besi yang mengharuskan pipa disolder, maka sangat tepat jika digunakan untuk kamar mandi, ledeng, zink dapur, dan lain sebagainya.

2.4 Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory mikrokontroler.

2.5 Limit Switch

Limit Switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *Limit Switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutuskan saat katup tidak ditekan. *Limit Switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *Limit Switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. *Limit Switch* memiliki 2 kontak yaitu *NO (Normally Open)* dan kontak *NC (Normally Close)* dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan.

2.6 Motor AC/Arus Bolak-Balik

Motor AC/ arus bolak-balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik AC memiliki dua buah bagian dasar listrik: "stator" dan "rotor". Stator merupakan komponen listrik statis. Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor.

2.7 Motor Servo

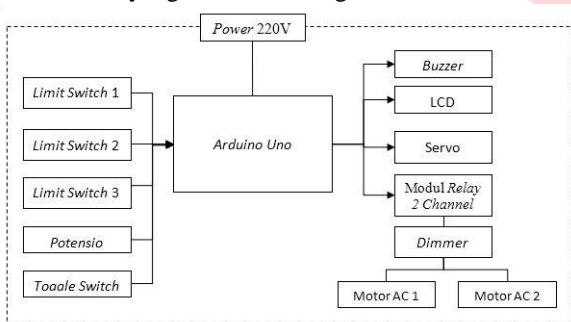
Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuatur putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros

dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Desain Sistem

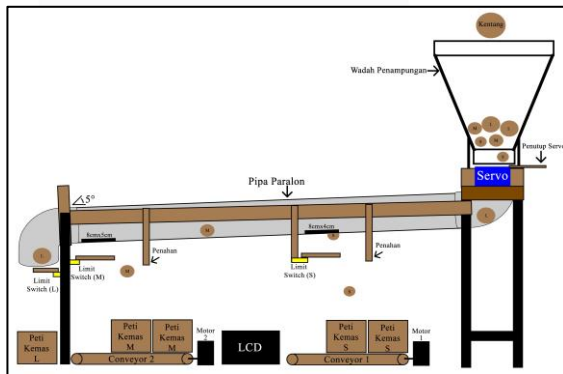
Pada Tugas Akhir ini, akan dirancang sebuah mesin untuk menyortir benih kentang sesuai ukurannya (S, M, dan L), yang akan otomatis dihitung pada saat sudah disortir dan masuk ke dalam peti kemas, sehingga dapat meningkatkan efektifitas waktu dan efisiensi kerja. Benih kentang yang masuk akan dibatasi ketika sudah memenuhi *set-point* dan menggerakkan *conveyor* yang membawa peti kemas yang masih kosong. Gambar 1 merupakan diagram blok sistem yang akan dirancang.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

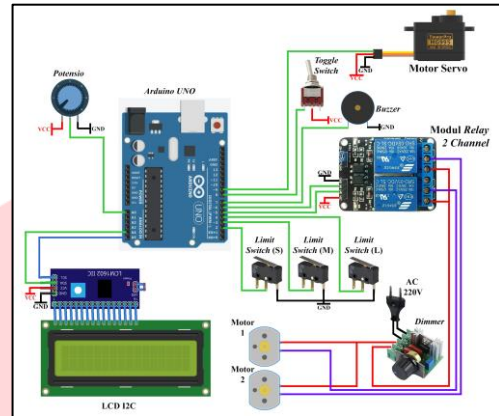
3.2 Desain Perangkat Keras

Dalam pemilihan dan pembuatan mekanik sistem, wadah penampung kentang, rangka mesin sortasi, rangka *conveyor* dan peti kemas akan dibuat menggunakan bahan kayu, dengan pertimbangan sifatnya yang mudah dibentuk sesuai yang diinginkan, bersifat isolator, dan juga harga yang cukup terjangkau. Sedangkan roller *conveyor* dan alat sortasi yang dilubangi dibuat akan menggunakan pipa dan elbow. Gambar 2 merupakan desain perangkat keras yang akan dibangun.



Gambar 2. Desain Perangkat Keras

Adapun skematik komponen *Wiring* yang akan diterapkan pada Perangkat Keras dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skematik Komponen Wiring

3.3 Spesifikasi Komponen

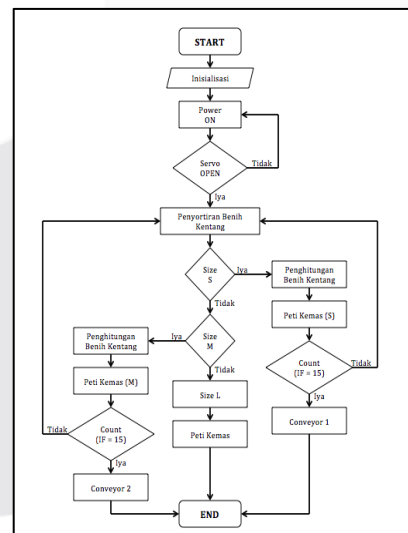
Terdapat 10 komponen yang digunakan pada perancangan mesin penyortiran dan pengemasan benih kentang. Tabel 1 berikut merupakan spesifikasi dari masing-masing komponen yang digunakan pada rancang bangun perangkat keras.

Tabel 1. Spesifikasi Komponen

No	Nama	Spesifikasi	Jumlah
1	Arduino	Arduino Uno, operating voltage 5V, atmega328, clock speed 16 MHz	1
2	Motor Servo	MG996R, operating speed: 0,19 s/60o (4,8 V); 0,15 s/60o (6 V)	1
3	Limit switch	1.NO 1.NC 1.COM, Voltage/Current 5A 125/250VAC, 20 x 14 x 6mm,5g	3
4	Modul Relay 2 Channel	5V int / ext, 2 channel, 7.1 * 5.3 * 1.7cm, 57g / 2.01oz	1
5	Dimmer	AC 220V, AC 50-220V, Max: 2000 W 58 x 53 x 29 mm	1
6	Motor AC	220V AC, 0.6A, RPM : 7.000 r.p.m	2
7	Liquid Crystal Display (LCD)	5V DC, Modul: 98 mm x 60 mm x 14 mm, Display: 76 mm x 26 mm	1
8	Buzzer	-	1
9	Potensio	-	1
10	Toggle Switch	-	1

3.4 Desain Perangkat Lunak

Diagram alir yang menunjukkan sistem kerja perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 4. Adapun Subsistem yang diterapkan oleh desain Perangkat Lunak adalah *Arduino IDE*.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Data Hasil Pengujian



Gambar 5. *Prototype* Mesin Penyortiran dan Pengemasan Benih Kentang

Gambar 5 merupakan dokumentasi dari *prototype* mesin penyortiran dan pengemasan benih kentang yang telah dirancang dan dibangun. Adapun pengujian yang dilakukan terbagi ke dalam dua jenis, yaitu pengujian secara manual dan pengujian terhadap perangkat *prototype*.

4.1.1 Pengujian Manual

Pengujian dilakukan dengan menghitung kecepatan penyortiran benih kentang yang dilakukan secara manual, yaitu penyortiran 1 kilogram benih kentang yang dikerjakan oleh tenaga kerja berpengalaman, berumur 31 tahun, dan ber kondisi sehat tanpa bantuan alat dengan standar waktu yang ditetapkan yaitu selama 1 menit atau 60 detik. Data hasil pengujian secara manual dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Manual

Trial No.	Duration		Error (Sec.)
	Plan	Actual	
1	60	58	-2
2	60	57	-3
3	60	58	-2
4	60	59	-1
5	60	56	-4
6	60	60	0
7	60	61	1
8	60	60	0
9	60	60	0
10	60	62	2
11	60	63	3
12	60	64	4
13	60	63	3
14	60	62	2
15	60	62	2
16	60	63	3
17	60	64	4
18	60	62	2
19	60	63	3
20	60	64	4
21	60	63	3
22	60	65	5
23	60	68	8
24	60	67	7
25	60	66	6
26	60	67	7
27	60	68	8
28	60	65	5
29	60	66	6
30	60	69	9
Average	60	62.83	2.83

4.1.2 Pengujian Perangkat

Pengujian terhadap mesin penyortiran dan pengemasan akan ditinjau dari dua aspek yang menjadi tujuan dirancang dan dibangunnya perangkat ini dan pengujian tambahan terhadap perangkat sebagai berikut.

1) Pengujian Kecepatan Waktu Penyortiran

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian kecepatan waktu penyortiran 1 kilogram benih kentang oleh mesin penyortiran dan pengemasan yang telah dirancang dan dibangun. Data hasil pengujian kecepatan waktu penyortiran 1 kilogram benih kentang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kecepatan Waktu Penyortiran

Trial No.	Duration		Error (Sec.)
	Plan	Actual	
1	30	31	1
2	30	30	0
3	30	28	-2
4	30	28	-2
5	30	30	0
6	30	32	2
7	30	32	2
8	30	29	-1
9	30	29	-1
10	30	31	1
11	30	31	1
12	30	32	2
13	30	30	0
14	30	30	0
15	30	30	0
16	30	28	-2
17	30	30	0
18	30	28	-2
19	30	29	-1
20	30	29	-1
21	30	31	1
22	30	31	1
23	30	30	0
24	30	31	1
25	30	29	-1
26	30	28	-2
27	30	28	-2
28	30	30	0
29	30	31	1
30	30	29	-1
Average	30	29.83	-0.17

2) Pengujian Akurasi Perhitungan Benih Kentang

Pengujian kedua yang dilakukan adalah pengujian akurasi perhitungan jumlah benih kentang yang terdeteksi oleh *limit switch* yang telah disortir menggunakan mesin penyortiran dan pengemasan yang telah dibuat dan masuk ke peti kemas. Jumlah benih kentang masing-masing disortir dengan jumlah kapasitas ukuran benih kentang yang berbeda-beda. Data hasil pengujian ketepatan perhitungan jumlah benih kentang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Akurasi Perhitungan oleh *Limit Switch*

Trial No.	Size (pcs)									Average Error (%)
	S			M			L			
	Plan	Actual	Error (%)	Plan	Actual	Error (%)	Plan	Actual	Error (%)	
1	2	2	0.00	2	2	0.00	1	1	0.00	0.00
2	2	2	0.00	2	2	0.00	1	1	0.00	0.00
3	2	2	0.00	2	1	50.00	1	1	0.00	16.67
4	2	2	0.00	2	2	0.00	1	1	0.00	0.00
5	2	2	0.00	2	2	0.00	1	1	0.00	0.00
6	2	2	0.00	2	2	0.00	1	1	0.00	0.00
7	2	2	0.00	2	1	50.00	1	1	0.00	16.67
8	2	2	0.00	2	1	50.00	1	1	0.00	16.67
9	2	1	50.00	2	2	0.00	1	1	0.00	16.67
10	2	2	0.00	2	2	0.00	1	1	0.00	0.00
11	4	3	25.00	4	3	25.00	1	1	0.00	16.67
12	4	3	25.00	4	3	25.00	1	1	0.00	16.67
13	4	4	0.00	4	2	50.00	1	1	0.00	16.67
14	4	3	25.00	4	3	25.00	1	1	0.00	16.67
15	4	3	25.00	4	3	25.00	1	1	0.00	16.67
16	4	3	25.00	4	3	25.00	2	2	0.00	16.67
17	4	3	25.00	4	2	50.00	2	1	50.00	41.67
18	4	2	50.00	4	2	50.00	2	2	0.00	33.33
19	4	2	50.00	4	4	0.00	2	2	0.00	16.67
20	4	2	50.00	4	4	0.00	2	1	50.00	33.33
21	6	2	66.67	6	4	33.33	2	2	0.00	33.33
22	6	4	33.33	6	3	50.00	2	2	0.00	27.78
23	6	3	50.00	6	2	66.67	2	1	50.00	55.56
24	6	4	33.33	6	5	16.67	2	1	50.00	33.33
25	6	4	33.33	6	4	33.33	2	2	0.00	22.22
26	6	3	50.00	6	6	0.00	2	2	0.00	16.67
27	6	3	50.00	6	5	16.67	2	2	0.00	22.22
28	6	4	33.33	6	5	16.67	2	1	50.00	33.33
29	6	4	33.33	6	5	16.67	2	1	50.00	33.33
30	6	4	33.33	6	4	33.33	2	2	0.00	22.22
Average	4	3	26	4	3	24	2	1	10	19.72

3) Pengujian Akurasi Penyortiran Ukuran Benda Bulat Sempurna

Pengujian ketiga yang dilakukan adalah pengujian akurasi penyortiran benda bulat sempurna berdasarkan ukuran diameternya. Data hasil pengujian ini akan disajikan dengan data hasil pengujian akurasi penyortiran ukuran benih kentang yang akan dijadikan pembandingan berdasarkan tingkat akurasi penyortiran ukuran. Perbandingan data hasil pengujian akurasi penyortiran benih kentang terhadap benda bulat sempurna berdasarkan ukuran diameternya dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Data Hasil Perbandingan Pengujian Akurasi Penyortiran Ukuran Benih Kentang Terhadap Benda Bulat Sempurna

Trial No.	Type of Shapes																
	Potato Seeds									Perfect Circle							
	Plan			Actual			Error (%)			Plan		Actual		Error (%)			
	S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L		
1	1	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00
2	1	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00
3	1	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00
4	1	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00
5	1	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00	1	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00
6	2	1	2	1	1	1	0.00	0.00	0.00	2	1	2	1	1	0.00	0.00	0.00
7	2	1	2	1	1	1	0.00	0.00	0.00	2	1	2	1	1	0.00	0.00	0.00
8	2	1	2	1	1	1	0.00	0.00	0.00	2	1	2	1	1	0.00	0.00	0.00
9	2	1	2	1	1	1	0.00	0.00	0.00	2	1	2	1	1	0.00	0.00	0.00
10	2	1	2	1	1	1	0.00	0.00	0.00	2	1	2	1	1	0.00	0.00	0.00
11	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
12	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
13	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
14	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
15	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
16	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
17	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
18	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
19	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
20	2	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00	2	2	2	2	2	0.00	0.00	0.00
21	2	3	2	2	1	1	0.00	66.67	50.00	2	3	2	2	2	0.00	0.00	0.00
22	2	3	2	2	2	2	0.00	33.33	0.00	2	3	2	3	2	0.00	0.00	0.00
23	2	3	2	2	2	1	0.00	33.33	50.00	2	3	2	3	2	0.00	0.00	0.00
24	2	3	2	2	1	2	0.00	66.67	0.00	2	3	2	3	2	0.00	0.00	0.00
25	2	3	2	2	3	1	0.00	0.00	50.00	2	3	2	3	2	0.00	0.00	0.00
26	2	3	3	2	3	1	0.00	0.00	66.67	2	3	3	2	3	0.00	0.00	0.00
27	2	3	3	2	2	3	0.00	33.33	0.00	2	3	3	2	3	0.00	0.00	0.00
28	2	3	3	2	1	2	0.00	66.67	33.33	2	3	3	2	3	0.00	0.00	0.00
29	2	3	3	2	2	1	0.00	33.33	66.67	2	3	3	2	3	0.00	0.00	0.00
30	2	3	3	2	2	2	0.00	33.33	33.33	2	3	3	2	3	0.00	0.00	0.00
Average	2	2	2	2	2	1		7.96		2	2	2	2	2		0.00	

4.2 Analisis Data Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian terhadap perangkat yang dirancang dan dibangun, yaitu berupa mesin penyortiran dan pengemasan benih kentang dengan sistem *conveyor*, data kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah perangkat ini berfungsi sebagaimana tujuannya saat dirancang dan batasan-batasan yang masih ada pada perangkat dan perlu ditingkatkan jika ingin diimplementasikan di lapangan. Berikut ini merupakan hasil analisis terhadap data hasil pengujian yang telah dipaparkan pada Sub-bab sebelumnya.

Berdasarkan analisa pada data hasil pengujian manual, dapat diketahui bahwa rata-rata durasi pengerjaan penyortiran 1kg benih kentang adalah 62.83 detik dari standar waktu. Sehingga, apabila pekerjaan dilakukan selama jam kerja Buruh Tani, yaitu mulai pukul 6 pagi sampai dengan pukul 12 siang atau 6 jam kerja, persentase kekeliruan terhadap penentuan ukuran benih kentang diduga dapat mencapai sekitar 28%. Grafik pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa semakin banyak pengujian dilakukan, durasi penyortiran yang dibutuhkan semakin meningkat walaupun secara tidak menentu. Berdasarkan grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa waktu bekerja yang semakin lama tentunya akan mempengaruhi efektifitas kerja para pekerja (Buruh Tani). Hal ini diduga akibat konsentrasi pekerja yang

semakin menurun seiring waktu dan mempengaruhi terhadap tingkat kebingungan pekerja untuk memutuskan kategori ukuran benih kentang, sehingga pekerjaan semakin lambat dan membuat durasi penyortiran terus bertambah.

Berdasarkan data hasil pengujian mesin penyortiran dan pengemasan benih kentang, diketahui rata-rata tingkat persentase *error* dari kecepatan waktu penyortiran adalah minus 0.56%, yang dimana rata-rata durasi sortasi aktual 0.17 detik lebih cepat dibandingkan dengan standar waktu yang telah ditetapkan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perangkat ini mampu menyortir benih kentang 2 kali lebih cepat dibandingkan dengan penyortiran secara manual dengan tingkat kekeliruan yang minim.

Adapun berdasarkan pengujian akurasi perhitungan jumlah benih kentang yang terdeteksi dan dihitung oleh *limit switch*, diketahui bahwa tingkat persentase *error* terhadap akurasi perhitungan jumlah benih kentang yang terdeteksi dan dihitung oleh *limit switch* pada mesin penyortiran dan pengemasan benih kentang adalah 19.72%. Rata-rata persentase *error* tertinggi ada pada perhitungan hasil benih kentang ukuran S yang disortir yaitu 25.56%. Selisih 1.94% dari rata-rata persentase *error* ukuran S adalah ukuran M yaitu 23.61%. Sedangkan rata-rata persentase *error* terkecil ada pada perhitungan hasil benih kentang ukuran L yang disortir yaitu hanya sebesar 10%. Hal ini diduga disebabkan oleh jumlah benih kentang ukuran S dan M yang lebih banyak dibandingkan benih kentang ukuran L, dan adanya kemungkinan keterbatasan fungsi mekanik dan beberapa komponen yang ada pada mesin penyortiran dan pengemasan yang telah dirancang.

Pada pengujian tambahan berupa pengujian akurasi penyortiran ukuran benda bulat sempurna, kapasitas jumlah objek yang disortir dibagi ke dalam lima tahapan dengan ketentuan kapasitas yang berbeda-beda. Berdasarkan pengujian tersebut, diketahui bahwa tingkat persentase *error* terhadap akurasi penyortiran ukuran benih kentang adalah 7.96%, sedangkan penyortiran ukuran benda bulat sempurna tidak terjadi kekeliruan sama sekali. Diameter pada benih kentang berbeda-beda tergantung dari sisi mana benih kentang tersebut diukur, sedangkan benda bulat sempurna memiliki diameter yang sama meski diukur dari sisi manapun. Bentuk bulat sempurna yang mulus juga memperlancar menggelindingnya objek sehingga tidak ada yang tersangkut di dalam pipa penyortir. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perangkat yang dirancang ini berfungsi dengan baik untuk benda dengan bentuk bulat sempurna.

Setelah melakukan analisis data hasil pengujian penyortiran dan pengemasan benih kentang berdasarkan ukurannya, baik secara manual maupun menggunakan mesin penyortiran dan pengemasan, dapat disimpulkan bahwa, dengan menggunakan perangkat ini efisiensi waktu penyortiran dan pengemasan akan meningkat. Penggunaan perangkat

ini mampu mempercepat pekerjaan penyortiran sampai dengan dua kali lebih cepat dibandingkan dengan pengerjaan manual dan dengan persentase kekeliruan penyortiran ukuran yang minim karena perangkat sudah dirancang dan dibuat berdasarkan diameter maksimal masing-masing kategori ukuran benih kentang. Selain itu, perangkat ini juga mampu memberikan data jumlah benih kentang sesuai dengan masing-masing ukurannya dengan mempertimbangkan adanya rata-rata persentase *error* keseluruhan dari akurasi perhitungan jumlah benih kentang yang terdeteksi dan dihitung oleh *limit switch* yang masih sekitar 19.72%. Meskipun perangkat ini masih memiliki tingkat kekeliruan penyortiran ukuran sebanyak 7.96%, perangkat ini memiliki tingkat akurasi penyortiran ukuran yang tinggi, yaitu 0.00% atau tidak memiliki tingkat kekeliruan, untuk penyortiran benda dengan bentuk bulat sempurna.

Beberapa komponen yang digunakan dalam perancangan dan pembangunan perangkat ini menggunakan komponen-komponen sederhana, sehingga memungkinkan adanya keterbatasan fungsi. Oleh karena itu, berdasarkan kesimpulan hasil analisis data di atas dan keterbatasan perangkat pada saat pengujian, maka perlu diketahui hambatan-hambatan berikut:

1. Corong untuk wadah penampungan awal benih kentang dibuat menggunakan material kayu yang kurang licin dan memiliki bentuk mengerucut yang kurang lebar, sehingga beberapa benih kentang masih suka tersangkut di dalam corong saat akan dijatuhkan ke pipa penyortir.
2. Masih terdapat benih kentang yang tersangkut di dalam pipa penyortir dan adanya kekeliruan kategorisasi ukuran yang diduga karena benda yang disortir tidak bulat sempurna dimana diameter dari sisi berbeda tidak sama.
3. Masih terdapat benih kentang yang tidak terdeteksi dan terhitung oleh *limit switch* saat keluar dari lubang pipa penyortir dan masuk ke peti kemas sesuai ukurannya, terutama benih kentang dengan ukuran sama dalam jumlah banyak.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian perangkat dan analisis data hasil pengujian yang telah dipaparkan pada Bab IV, maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Perangkat yang telah dirancang dan dibangun ini dapat meningkatkan efisiensi waktu penyortiran dan pengemasan dengan rata-rata waktu penyortiran yang dibutuhkan sekitar 30 detik/kg kentang atau 50% dari durasi pengerjaan manual dengan akurasi penyortiran ukuran yang minim, namun lebih dianjurkan untuk penyortiran benda berbentuk

bulat sempurna untuk tingkat akurasi yang sempurna.

2. Perangkat mampu memberikan data jumlah butir dari benih kentang sesuai berdasarkan ukurannya dengan rata-rata persentase *error* keseluruhan dari akurasi perhitungan jumlah benih kentang yang terdeteksi dan dihitung oleh *limit switch* sekitar 19.72%.
3. Secara mekanis, perangkat ini masih belum dapat berfungsi secara optimal yang diperkirakan akibat rancangan perangkat yang masih kurang sempurna dan adanya keterbatasan komponen yang dimiliki.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dipaparkan dan mempertimbangkan batasan-batasan yang diperoleh dari hasil analisis pada Bab VI, berikut ini saran yang penulis ajukan:

1. Perancangan perangkat perlu ditinjau dan diperbaiki kembali untuk memperkecil adanya hambatan kerja yang mungkin terjadi.
2. Pembangunan perangkat ini sebaiknya menggunakan komponen-komponen yang berkualitas sehingga dapat meningkatkan fungsi dan fitur perangkat sesuai dengan kebutuhan masyarakat, khususnya para petani penangkar benih kentang
3. Proses perancangan diluar bidang pembelajaran, sebaiknya melibatkan bantuan profesional untuk aspek mekanik-nya.
4. Pengembangan dan pemasaran alat sebaiknya bekerjasama dengan instansi yang bergelut di bidang agroteknologi, sehingga perangkat dapat digunakan oleh masyarakat yang membutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amoroso, Rugery. 2016. Makalah *Conveyor*. https://www.academia.edu/30551152/Makalah_conveyor/ (31 Maret 2018)
- [2] Anonim. 2013. *Limit Switch dan Saklar Push ON*. <https://elektronika-dasar.web.id/limit-switch-dan-saklar-push-on/> (10 April 2019)
- [3] Anonim, 2014. Cara Menanam Kentang. <https://www.infoagribisnis.com/2014/12/cara-menanam-kentang/> (10 April 2019)
- [4] Arduino.cc. 2018. Arduino Uno. <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3/> (10 April 2019)
- [5] Dekoruma, Kania. 2018. Jenis Pipa Paralon. <https://www.dekoruma.com/artikel/78138/jenis-pipa-paralon/> (10 April 2019)
- [6] E. Fayed, Muhammad, Thomas S. Skocir. 1997. *Mechanical Conveyors: Selection and Operation*. USA: Technomic Publishing Company
- [7] Fahmi. 2013. Arduino. <https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/arduino-adalah/> (31 Maret 2018)
- [8] Irawan, Indra. 2014. Pengertian Pipa Paralon. <http://www.wartasranamedia.com/pengertian-pipa-paralon-beserta-keuntungannya.html> (10 April 2019)
- [9] Nuraisyiah, Carina. 2013. docplayer.info/storage/63/49361276/49361276.pdf
- [10] Pitojo, Setijo. 2004. *Benih Kentang*. Yogyakarta: Kanisius
- [11] Purwandari, Riasty. 2013. Motor Listrik AC. https://www.academia.edu/12771922/MOTOR_LISTRIK_AC (10 April 2019)
- [12] Robotshop. 2016. Micro-contact Limit-Switch. <https://www.robotshop.com/en/micro-contact-limit-switch.html> (10 April 2019)
- [13] Suluh. 2012. Anatomi Sistem Roller Conveyor. <https://suluhmania.wordpress.com/2012/04/04/anatomi-sistemroller-conveyor/> (10 April 2019)
- [14] Swastike, Winny, Joko Riyanto, dan Ginda Sihombing. 2007. Rancangan Alat Sortasi. lppm.uns.ac.id/tag/rancangan-alat-sortasi. (2 April 2019)
- [15] TowerPro. 2014. Robot Servo 180 Rotation. <http://www.towerpro.com.tw/product/mg995-robot-servo-180-rotation/> (10 April 2019)