

Technical Paper

Desain dan Pengujian Mesin Sortasi Telur Ayam

Design and Performance Test of Egg Sorting Machine

Feby Nopriandi, Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan, Institut Pertanian Bogor,
Email: nopriandifeby@yahoo.co.id
Desrial, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Email: desrial@ipb.ac.id
Wawan Hermawan, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Email: w_hermawan@ipb.ac.id

Abstract

Based on Indonesian National Standard (SNI) No 3926:2008, egg weight is classified into three classifications: small (<50 g), medium (50-60 g), and large (>60 g). Nowadays egg grading process in Indonesia was still done manually. The objective of this research was for designing, constructing, and performance testing of egg sorting machine. The machine testing includes performance accuracy, machine capacity, and egg crack of the sorting result. The egg sorting machine consisted of five main parts: conveyor system, steering conveyor system, sorting conveyor system, and exit conveyor system. Test result showed that the machine could sort the egg with accuracy of 83 % without any cracking in eggshell. The machine capacity was most affected by the speed of sorting conveyor system. The variables which influence the speed of sorting conveyor system were initial speed rotation (N_a), work speed rotation (N_b), and length of the track on initial speed rotation path (L). The maximum machine capacity was 61 eggs per minute and obtained by configuration of N_a , N_b , and L of 15.5 rpm, 24.5 rpm, and 6 cm respectively.

Keywords: eggs, sorting machine, design, and performance test

Abstrak

Berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI) No 3926:2008, bobot telur dikelompokkan menjadi tiga kelompok: ukuran kecil (<50 g), ukuran sedang (50-60 g), dan ukuran besar (>60 g). Selama ini proses pengelompokkan telur masih dilakukan secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain, membuat dan menguji mesin sortasi telur. Pengujian meliputi pengujian akurasi mesin sortasi, pengujian retak telur dan pengujian kapasitas mesin sortasi. Mesin sortasi telur terdiri dari lima bagian utama : sistem konveyor masuk, konveyor pengarah, konveyor sortasi, penyortir dan konveyor keluar. Mesin ini dapat menyortir telur dengan akurasi 83 % tanpa adanya keretakan pada telur. Kapasitas mesin ditentukan oleh kecepatan dari konveyor penyortir. Pada konveyor penyortir terdapat kecepatan awal dan akhir (N_a), kecepatan kerja (N_b) dan panjang lintasan pada kecepatan awal dan akhir (L). Nilai kapasitas tertinggi didapat pada N_a 15.5 rpm, N_b 24.5 rpm, dan L 6 cm dengan kapasitas maksimum 61 butir/ menit.

Kata kunci: telur, mesin sortasi, desain, dan pengujian mesin

Diterima: 24 Juni 2015; Disetujui: 17 September 2015

Pendahuluan

Telur ayam yang akan dijual di pasar baik pasar domestik maupun yang akan diekspor ke negara lain harus mempunyai standar mutu yang sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI No. 3926: 2008, Bobot telur dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu kecil kurang dari 50 g, sedang 50 g sampai 60 g dan besar lebih

dari 60 g. Produksi telur di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 1,223,718 ton (Dirjen Perternakan 2013). Dengan jumlah produksi tersebut maka pengklasifikasian telur secara manual memerlukan tenaga kerja yang sangat besar. Selain itu penyortiran secara manual dapat menyebabkan hasil pengelompokan telur tidak seragam karena tergantung pada subjek yang melakukan sortasi dan waktu yang digunakan relatif lebih lama. Penggunaan

mesin sortasi merupakan suatu pemecahan untuk mengatasi masalah tersebut. Proses sortasi telur secara manual dilakukan dengan memisahkan telur dari penampungan menggunakan tangan dengan pengukuran secara visual yang selanjutnya telur dimasukkan kedalam kemasan atau tray.

Terdapat 2 jenis mesin sortasi telur yaitu mesin sortasi telur semi otomatis dan full otomatis. Mesin sortasi telur semi otomatis masih menggunakan tenaga manusia untuk memasukkan telur ke pengumpan, sehingga kecepatan dari mesin sortasi juga ditentukan oleh operator. Mesin sortasi telur full otomatis digunakan pada proses produksi telur yang sudah menggunakan otomatisasi dari proses pengumpulan telur di kandang sampai ke proses pengepakan, sehingga mesin sortasi telur full otomatis merupakan kesatuan dari unit produksi telur. Mesin sortasi yang ada selama ini merupakan hasil produksi luar negeri. Kapasitas dari mesin sortasi bervariasi mulai dari 30 butir/menit sampai 360 butir/menit. Semakin tinggi kapasitas dari mesin sortasi maka harganya semakin mahal. Untuk mesin sortasi semi otomatis dengan kapasitas 60 butir/menit memiliki harga berkisar antara U\$4,500 sampai U\$5,000/set. Oleh karena itu perlu dilakukan perancangan mesin sortasi telur dengan akurasi tinggi, teruji dan menemukan kondisi optimum agar mesin mencapai kapasitas maksimum. Dari hasil penelitian ini akan didapatkan mesin sortasi telur yang telah teruji dan dapat digunakan oleh pengusaha telur dalam melakukan proses sortasi telur untuk mengurangi tenaga kerja dan meningkatkan pendapatan

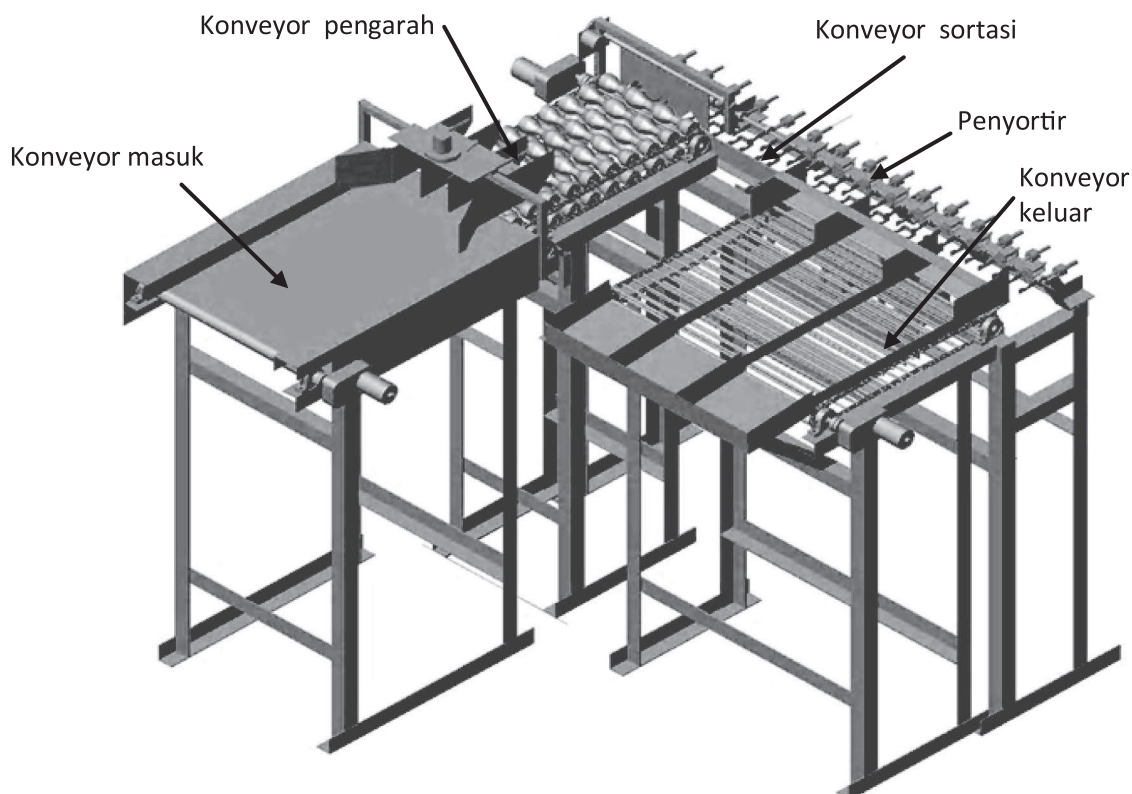
Metode Penelitian

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini terdiri dari tahap desain, tahap pembuatan dan tahap uji kinerja mesin sortasi telur. Desain mesin dimulai dengan menentukan kriteria dan spesifikasi mesin, sifat mekanik telur dan mekanisme kerja mesin. Tahapan pembuatan mesin terdiri dari 3 tahap yaitu pembuatan sistem mekanis, pembuatan sistem relay dan pengujian mesin. Sistem mekanis terdiri dari beberapa bagian yaitu sistem konveyor masuk, konveyor pengarah, konveyor sortasi, penyortir dan konveyor keluar. Pengujian mesin sortasi terdiri dari pengujian akurasi sortasi, pengujian retak telur, dan kapasitas sortasi mesin.

Analisa Desain

Penentuan kriteria dan spesifikasi mesin sortasi telur ayam ini diharapkan dapat mensortasi telur berdasarkan bobotnya secara otomatis dengan kapasitas 60 telur/menit dan tingkat akurasi mencapai 90% tanpa mengakibatkan kerusakan fisik pada telur. Dengan spesifikasi tersebut diharapkan dapat setara dengan kinerja sortasi manual namun dengan tingkat akurasi yang lebih baik. Penentuan sifat mekanik telur diperlukan untuk menentukan mekanisme dan gaya pada mesin sortasi agar tidak menimbulkan kerusakan pada telur. Sifat mekanik telur yang perlu diketahui di antaranya kekuatan pecah, rupture energy, koefisien gesek, elastisitas kulit telur, dan tekanan maksimum agar telur tidak retak. Nilai kekuatan pecah telur berkisar antara



Gambar 1 Rancangan mesin sortasi telur

25 N sampai 28 N, sedangkan nilai rupture energy untuk telur ayam berkisar antara 2.2 N.mm sampai 4.77 N.mm. Telur memiliki nilai koefisien gesek tertinggi dengan karet sebesar 0.26 dan terendah dengan kaca sebesar 0.108 (Ebubekir dan Ahmet 2007).

Elastisitas kulit telur berhubungan dengan gaya maksimum yang dapat diberikan pada permukaan kulit telur. Ketika pembebanan diberikan pada bagian ujung telur maka besar gaya maksimum yang dapat diberikan berkisar antara 33 N hingga 49 N. Jika beban pembebanan diberikan pada sisi telur maka gaya maksimum yang dapat diberikan sekitar 28.1 N hingga 41.1 N (Bain et al 2006). Retak pada telur juga terjadi karena adanya tegangan pada telur. Tegangan ini biasa disebabkan oleh penumpukan telur. Besar tegangan maksimum yang terjadi pada telur sekitar 15.2 MPa (Entpeluit dan Reddy 1996)..

Rancangan Fungsional

Rancangan unit mesin sortasi telur ini terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian roller, konveyor pengumpan, konveyor pengarah, konveyor sortasi, penyortir telur, konveyor keluar, dan sistem kontrol (Gambar 1). Konveyor masuk merupakan sebuah unit belt konveyor yang menggerakkan telur menuju bagian konveyor pengarah. Konveyor pengarah berfungsi untuk mengarahkan telur agar berada pada posisi yang tepat sebelum masuk ke bagian konveyor sortasi. Setelah melalui konveyor pengarah telur menggelinding menuju konveyor sortasi untuk dipindahkan ke unit penyortir. Sistem unit penyortir menggunakan prinsip timbangan manual yang dihubungkan dengan kontak untuk menyalakan selenoid. Jika telur sesuai dengan gradanya maka selenoid akan mendorong telur keluar menuju proses berikutnya.

Rancangan Struktural

Daya, Putaran, dan Torsi Motor Listrik pada Konveyor

Daya motor listrik sebagai penggerak sistem konveyor dihitung menggunakan persamaan:

$$P = F \times V \quad (1)$$

dimana P adalah daya motor listrik (watt), F adalah gaya (N), dan V adalah kecepatan linear (m/s). Menurut Sularso (1997) untuk menentukan daya rencana motor listrik maka hasil perhitungan daya dari persamaan (2) perlu dikalikan faktor koreksi sesuai dengan persamaan:

$$P_d = P \times F \quad (2)$$

Dimana P_d adalah daya rencana motor listrik (watt), P adalah daya motor listrik (watt), dan F_c adalah faktor koreksi yang nilainya 1.2. Sedangkan putaran motor (N) dapat dihitung dari kecepatan linear

konveyor (V) dengan persamaan:

$$N = \frac{V \times 60}{D \times \pi} \quad (3)$$

dimana N adalah putaran motor (rpm), V adalah kecepatan linear (m/s) dan D adalah diameter puli (m). Sedangkan torsi motor dapat dihitung dengan persamaan:

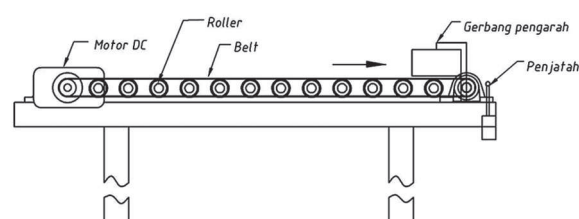
$$\tau = F \times r \quad (4)$$

dimana τ adalah torsi motor (Nm), F adalah gaya (N), dan r adalah jari-jari (m)

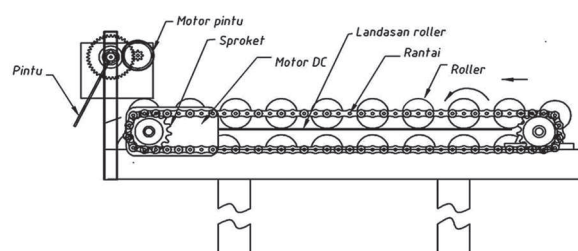
Konveyor Masuk

Konveyor masuk merupakan jenis belt konveyor yang dilengkapi roller untuk mencegah belt melentur. Konveyor masuk berdimensi panjang 70 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 95 cm. Sistem dari konveyor masuk dapat dilihat pada Gambar 2. Besarnya beban total yang akan dipindahkan oleh konveyor pengarah sebesar 43 kg. Beban tersebut terdiri dari berat maksimum telur dan berat dari sabuk. Dari tabel nilai koefisien gesek diketahui besarnya koefisien gesek antara dua buah baja yang dilumasi berkisar antara 0.15 sampai 0.2, sehingga besarnya gaya yang diperlukan untuk menggerakkan konveyor sebesar 85 N.

Daya rencana dan putaran dari motor listrik dapat dihitung dengan persamaan (2) dan (3), besarnya daya rencana dan putaran dari motor konveyor masuk berturut-turut sebesar 3 W dan 14.4 rpm. Sedangkan torsi dari motor dihitung dengan persamaan (4), torsi motor yang diperlukan sebesar 1.07 Nm.



Gambar 2. Sistem konveyor masuk.



Gambar 3. Sistem konveyor pengarah.

Konveyor Pengarah

Konveyor pengarah merupakan jenis roller konveyor. Konveyor ini terdiri dari susunan beberapa roller yang dihubungkan dengan rantai. Sistem dari konveyor pengarah dapat dilihat pada Gambar 3.

Konveyor pengarah berdimensi panjang 60 cm, lebar 40 cm, tinggi 90 cm, dan jarak antara roller sebesar 5 cm. Besarnya beban total yang akan dipindahkan oleh konveyor pengarah sebesar 9.43 kg. Beban tersebut terdiri dari berat maksimum telur, berat rantai dan berat roller, sehingga besarnya gaya yang diperlukan untuk menggerakkan konveyor sebesar 18.8 N. Daya rencana dan putaran dari motor listrik dapat dihitung dengan persamaan (2) dan (4), besarnya daya rencana dan putaran dari motor konveyor masuk berturut-turut sebesar 1.1 W dan 19.1 rpm. Sedangkan torsi dari motor dihitung dengan persamaan (3), torsi motor yang diperlukan sebesar 0.46 Nm.

Menurut Song et al. (2013) diameter rol yang baik 40 sampai 50 mm, jarak antara rol 45 sampai

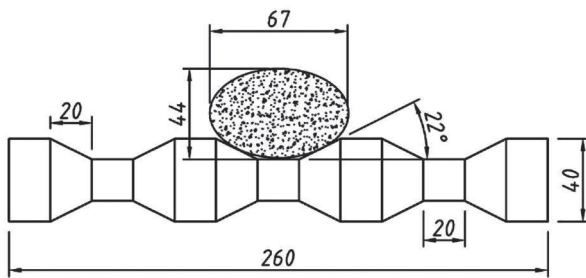
65 mm sudut kemiringan pembatas telur 20° sampai 30° , dan jarak sisi pembatas telur harus dibawah 5 mm. Dari data pengukuran 100 sampel telur diketahui tinggi maksimum dari telur 67 mm dengan diameter 44 mm. Sehingga diperoleh selisih antara tinggi dan diameter telur 24 mm. Desain dari bentuk roller disajikan pada Gambar 4.

Konveyor Sortasi

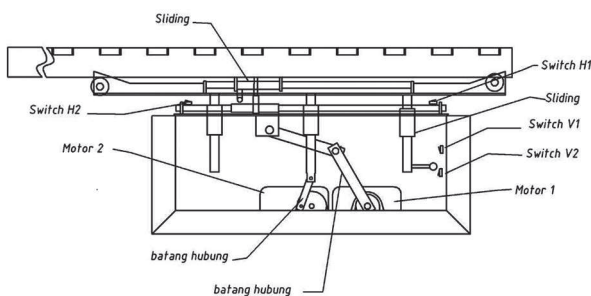
Gambar 5 memperlihatkan sistem penggerak pada konveyor sortasi. Konveyor digerakan oleh dua buah motor listrik yaitu motor listrik 1 dan motor listrik 2. Motor listrik 1 menggerakkan sistem mekanisme engkol peluncur arah horizontal dan motor listrik 2 menggerakkan mekanisme engkol peluncur arah vertikal, sehingga pola dari gerakan konveyor sortasi berbentuk persegi panjang dengan panjang 24 cm dan tinggi 4 cm. Konveyor sortasi memiliki dimensi panjang 190 cm, lebar 22 cm dan tinggi 95 cm. Terdapat 2 variasi kecepatan konveyor arah horizontal. Kecepatan yang pertama merupakan kecepatan awal dan akhir (N_a) sedangkan kecepatan kedua merupakan kecepatan kerja (N_b). Penggunaan 2 variasi kecepatan dimaksudkan untuk memperkecil nilai momentum dan memperbesar kecepatan konveyor sortasi sehingga dapat meningkatkan kapasitas mesin.

Mekanisme engkol peluncur untuk menggerakkan konveyor sortasi ditunjukkan pada Gambar 6. Beban yang ditanggung oleh mekanisme untuk menggerakkan konveyor meliputi beban telur dan wadah telur yang memiliki beban maksimum sebesar 14.2 kg.

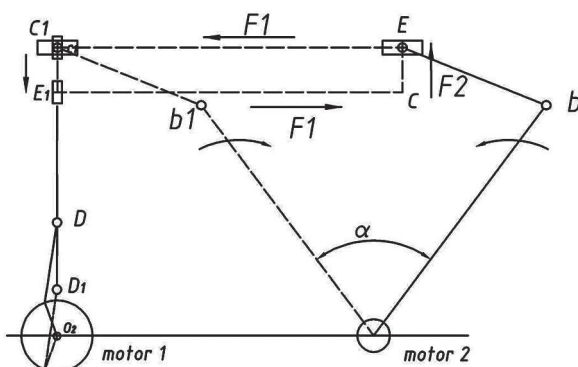
Gaya F_1 pada Gambar 6 menunjukkan besarnya beban total yang akan dipindahkan oleh mekanisme engkol peluncur setelah dikalikan dengan koefisien gesek. Besar gaya horizontal F_1 yang diperlukan untuk menggerakkan beban tersebut sebesar 34.8 N. Setelah diketahui besarnya F_1 maka dengan menggunakan metode grafis didapat besarnya kecepatan dan gaya pada batang 2 berturut-turut sebesar 14.11 cm/s dan 43.44 N. Dengan menggunakan persamaan (2) maka didapat besarnya daya rencana motor listrik 1 sebesar 7.36 W, sehingga putaran motor dan torsi dapat dihitung dengan persamaan (3) dan (4) yang besarnya berturut turut sebesar 6.74 rpm dan 8.68 Nm. Besarnya gaya F_2 untuk menggerakkan konveyor kearah vertikal sebesar 139.16 N. Dengan menggunakan metode grafis didapat besarnya kecepatan dan gaya pada batang 2 berturut-turut sebesar 41.4 cm/det dan 404.5 N. Dengan menggunakan persamaan (2) maka didapat besarnya daya rencana motor listrik 2 sebesar 200.1 W. Putaran motor dan torsi dapat dihitung dengan persamaan (3) dan (4) yang besarnya berturut turut sebesar 62.8 rpm dan 86.1 Nm.



Gambar 4. Bentuk roller.



Gambar 5. Sistem penggerak konveyor sortasi.



Gambar 6. Mekanisme pada konveyor sortasi.

Penyortir

Penyortir digunakan untuk mengelompokkan telur sesuai dengan bobotnya. Pada bagian atas penyortir dilengkapi dengan solenoid yang berfungsi untuk mendorong telur. Jumlah penyortir sebanyak 9 buah, di antara telur dan pemberat dipasang bearing agar gerakan dari penyortir benar-benar bebas. Desain dari penyortir disajikan pada gambar 7.

Untuk mengatur besarnya bobot dari pemberat maka dipasang ulir agar pemberat dapat diatur dengan cara memutar pemberat tersebut. Bobot dari pemberat dapat ditentukan sebagai berikut:

$$F_b = \frac{F_a \times L_a}{L_b} \tag{5}$$

dimana F_a bobot telur maksimum, F_b bobot pemberat, L_a jarak antara telur ke bearing dan L_b jarak pemberat ke bearing. Diketahui F_a 80 g, L_a 6.5 cm dan L_b 5.5 cm, sehingga nilai F_b 94.55 g.

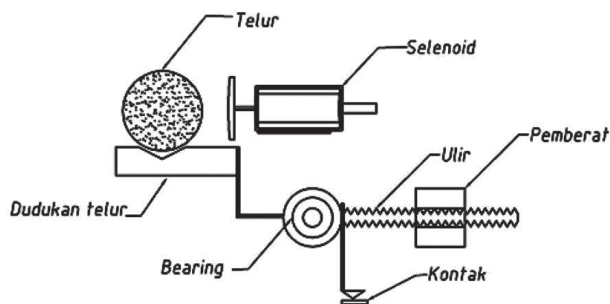
Konveyor Keluar

Konveyor keluar berdimensi panjang 85 cm, lebar 65 cm, dan tinggi 85 cm. Sistem dari konveyor keluar dapat dilihat pada Gambar 8. Besarnya beban total yang akan dipindahkan oleh konveyor keluar sebesar 16.4 kg. Beban tersebut terdiri dari berat maksimum telur, berat rantai, dan berat roll aluminium. Besarnya gaya yang diperlukan untuk menggerakkan konveyor sebesar 20.9 N. Daya dan putaran dari motor listrik dapat dihitung dengan persamaan (2) dan (4), besarnya daya rencana dan putaran dari motor konveyor masuk berturut-turut sebesar 3.7 W dan 57.3 rpm. Sedangkan torsi dari motor dihitung dengan persamaan (3), torsi motor yang diperlukan sebesar 0.522 Nm

Metode Pengujian Kinerja Mesin Sortasi

Pengujian Kapasitas

Pengujian kapasitas bertujuan untuk mendapatkan kecepatan maksimum yang dapat diberikan pada mesin sortasi. Kapasitas mesin didapat setelah melakukan pengujian dengan kombinasi antara nilai L (panjang lintasan pada kecepatan N_a) dan N (kecepatan putar). Nilai N_a yang digunakan untuk pengujian sama dengan Nilai N_b yaitu N_{b1} 11.4 rpm, N_{b2} 15.5 rpm dan N_{b3}



Gambar 7. Sistem penyortir.

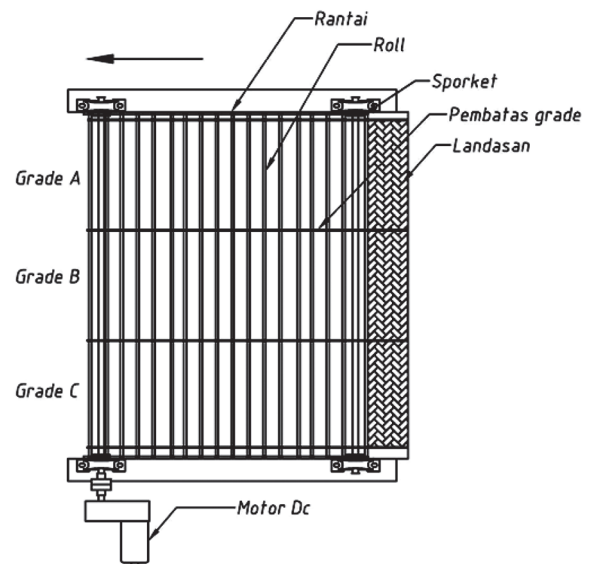
24.5 rpm. Sedangkan nilai L adalah L_1 0 cm, L_2 3 cm dan L_3 6 cm. Dari kombinasi dari nilai tersebut akan didapat kapasitas maksimum. Pada pengujian ini dilakukan dengan 135 sampel telur. Pola gerakan dari konveyor penyortir ditunjukkan pada Gambar 9.

Pengujian Akurasi

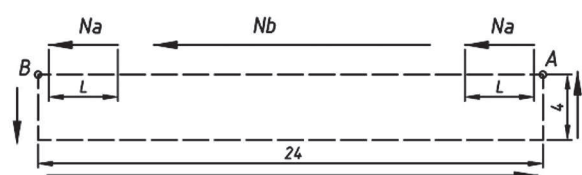
Pengujian akurasi bertujuan untuk melihat seberapa akurat mesin sortasi ini dalam melakukan pengelompokan telur. Pada pengujian ini digunakan 18 sampel telur yang dikondisikan dengan 6 kali pengulangan. Berat telur yang digunakan dalam pengujian ini adalah empat telur pada grade A yaitu 64 g, 63 g, 62 g, 61 g, delapan telur pada grade B yaitu 60 g, 59 g, 58 g, 57 g, 56 g, 54 g, 53 g, 52 g, 51 g, 50 g, dan empat telur pada grade C yaitu 49 g, 48 g, 47 g, 46 g. Pengkondisian sampel tersebut dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kesalahan pada masing-masing grade. Akurasi dapat dihitung dengan membandingkan jumlah telur yang berhasil dikelompokkan dengan jumlah yang seharusnya terkelompok. Akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A = \frac{j_t}{j_h} \times 100\% \tag{6}$$

dimana A adalah akurasi (%), J_t adalah jumlah telur yang tersortasi dengan tepat, dan J_h adalah jumlah telur yang seharusnya terkelompok.



Gambar 8. Sistem konveyor keluar.



Gambar 9. Pola gerakan dari konveyor penyortir.

Tabel 1. Nilai persentase akurasi bobot telur.

	Ulangan						Rata -rata (%)
	1	2	3	4	5	6	
Akurasi grade A (%)	100	100	67	80	67	80	82.30
Akurasi grade B (%)	90	90	90	90	80	90	88.30
Akurasi grade C (%)	80	80	75	100	100	50	80.83
Akurasi mesin (%)							83.81

Pengujian Keretakan

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah telur yang telah melewati mesin sortasi mengalami retak. Pengujian ini menggunakan 30 sampel telur dengan grade yang berbeda. Sebelum disortasi telur terlebih dahulu diteropong untuk melihat kondisi awal. Telur yang kondisinya baik dimasukkan ke dalam mesin sortasi, setelah keluar dari mesin sortasi telur tersebut kembali diteropong untuk melihat keadaan akhir telur setelah melewati mesin sortasi

gerakan dari setiap bagian dapat tersinkronisasi, sehingga mesin sortasi ini dapat digunakan untuk proses penyortiran telur.

Keretakan

Dari hasil pengujian pada 30 sampel telur tidak ditemukan terjadinya keretakan pada telur. Sebelum disortasi telur diteropong terlebih dahulu untuk dipastikan tidak terdapat retak (Gambar 11b), kemudian hasil dari penyortiran diteropong kembali dan tidak ditemukan terjadinya retak (Gambar 11c).

Hasil dan Pembahasan

Prototipe Mesin

Gambar 10 menunjukkan bagian-bagian mesin sortasi telur yang telah selesai dibangun. Bagian utama mesin sortasi seperti konveyor masuk, konveyor pengarah, konveyor sortasi, penyortir dan konveyor keluar dapat berfungsi dengan baik dan

Akurasi

Dari pengujian 18 telur sebanyak 6 kali pengulangan, dapat diketahui kesalahan dalam penyortiran terjadi pada bobot telur yang mendekati batas dari grade. Nilai akurasi dari mesin sortasi ini adalah sebesar 83.8 %. Kurangnya tingkat akurasi dikarenakan titik berat dari telur yang tidak selalu berada di tengah sehingga penimbangan bobot



Gambar 10. Mesin sortasi telur.

Tabel 2. Hasil pengujian kapasitas pada berbagai kombinasi.

		L1			L2			L3		
		U-1	U-2	U-3	U-1	U-2	U-3	U-1	U-2	U-3
N _{b1}	N _{a1}	29.4	29.4	29.4	32.1	32.1	32.1	32.4	32.4	32.4
	N _{a2}	29.4	29.4	29.4	7.62	10.16	7.62	38.4	38.4	35.84
	N _{a3}	29.4	29.4	29.4	0	0	0	12.54	8.36	0
N _{b2}	N _{a1}	47.4	47.4	47.4	38.4	38.4	38.4	32.4	32.4	32.4
	N _{a2}	44.24	47.4	44.2	43.4	40.3	40.3	42.84	45.9	45.9
	N _{a3}	9.48	12.64	12.64	11.58	15.44	15.44	11.4	0	11.4
N _{b3}	N _{a1}	0	0	0	21.56	9.8	8.4	33	33	33
	N _{a2}	0	0	0	12.84	0	8.56	61.8	61.8	57.68
	N _{a3}	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan : N_{a1} = 11.4 rpm N_{a2} = 15.5 rpm N_{a3} = 24.5 rpm
 N_{b1} = 11.4 rpm N_{b2} = 15.5 rpm N_{b3} = 24.5 rpm
 L1 = 0 cm L2 = 3 cm L3 = 6 cm

yang menggunakan sistem pengungkit menjadi tidak akurat. Selain itu getaran yang terjadi pada konveyor grading mempengaruhi dalam penimbangan bobot telur. Adanya impact saat telur diletakan ke penyortir juga berakibat penimbangan bobot menjadi lebih besar dari nilai yang seharusnya. Untuk mengatasi hal tersebut dan meningkatkan akurasi maka dapat digunakan sistem timbangan dengan sensor load cell sehingga getaran atau noise dari pembacaan bobot telur dapat dihilangkan. Hasil pengujian akurasi dari tiap grade telur disajikan pada Tabel 1.

Kapasitas

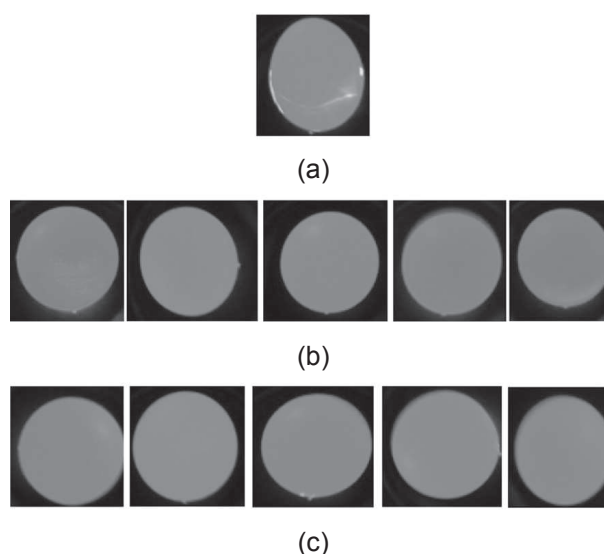
Hasil pengujian pengaruh kecepatan awal dan akhir (N_a), kecepatan kerja (N_b), jarak perubahan kecepatan awal dan akhir (L) terhadap kapasitas penyortiran disajikan pada Tabel 2. Kondisi dimana nilai N_a adalah 15.5 rpm, N_b 24.5 rpm, dan L 6 cm, merupakan kondisi terbaik dengan kapasitas 61.8 butir/menit.

Pada saat nilai L diturunkan menjadi 3 cm kapasitas akan menurun karena kecepatan kerja V_b masih tersisa meskipun kecepatan sudah berubah menjadi V_a. Hal ini berakibat momentum yang terjadi saat konveyor sortasi mencapai titik B masih cukup besar yang mengakibatkan telur menjadi jatuh. Dengan memperlambat N_a menjadi 11.4 rpm akan terjadi penurunan nilai kapasitas karena memperlambat kecepatan dari konveyor penyortir. Sedangkan mempercepat N_a menjadi 24.5 rpm akan menurunkan nilai kapasitas karena kecepatan yang terlalu tinggi mengakibatkan besarnya nilai momentum saat menyentuh titik B. Selain itu nilai percepatan yang dihasilkan dari titik A juga menjadi besar yang berakibat telur jatuh dari penyortir sehingga menurunkan nilai kapasitas.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Mesin telur ayam berdasarkan bobot telah berhasil dirancang dan diuji coba. Mesin sortasi ini dapat menyortir dengan akurasi 83.8 % dengan kapasitas 61 butir/menit tanpa mengakibatkan keretakan pada telur. Kapasitas mesin sortasi dipengaruhi oleh kecepatan konveyor sortasi dimana kecepatan konveyor sortasi ditentukan dari kombinasi kecepatan awal dan akhir (N_a), kecepatan kerja (N_b) dan panjang lintasan N_a (L).



Gambar 11. Contoh telur yang mengalami retak (a), hasil peneropongan sebelum penyortiran (b), hasil peneropongan sesudah penyortiran (c).

Saran

Untuk meningkatkan akurasi sebaiknya mengganti sistem penyortir manual dengan sistem digital agar getaran yang terbaca pada penyortir dapat dihilangkan.

Daftar Pustaka

- Bain M., MacLeod., Thomson R., Hancock JW. 2006. Microcracks in eggs. *Poultry Science* Vol.85:2001-2008.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia (SNI) No: 3926: 2008 Mutu dan Kualitas Telur Ayam Ras. Jakarta (ID) : BSN.
- Ebubekir A., Ahmet S. 2007. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *Journal of Food Engineering* Vol. 85(2008): 606-612.
- Entwhistle K.M., Reddy T.Y. 1996. The fracture strength under internal pressure of the eggshell of the domestic fowl. *Biologi Science* Vol. 263: 433-438.
- Song J., Ke Sun., Guo W., Jiang Y., Guo-qiang G. 2013. Study on the mechanical automatic orientation regulations about the axial and the turnover motions of eggs. *Journal of Food Engineering* Vol.133(2014): 46-52.
- Stewart G.F., Abbott J.C. 1972. *Marketing Eggs and Poultry*. Food and Agriculture .Organization of the United Nations. 3rd printing. Rome. Italy
- Sularso. 1997. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya pramita Jakarta.
- Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2013. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2013*. Jakarta (ID): Kementrian Pertanian.