

Desain, Konstruksi dan Uji Kinerja Mesin Pemberi Pakan Ayam Petelur Otomatis Pada Kandang Tipe Cage

Design and Performance of an Automatic Laying Hen Feeding Machines in Cage-Type Cage

Rico Kahfi Yanuar¹, Wawan Hermawan^{2*}

¹Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia.

²Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia.

*Email korespondensi: w_hermawan@apps.ipb.ac.id

Info Artikel

Diajukan: 1 Agustus 2023
Diterima: 30 Oktober 2023

Keyword:

*automatic feeder, laying hens;
feeder machine.*

Kata Kunci:

*ayam petelur; mesin pemberi
pakan ayam petelur.*

Abstract

In laying hens farms, the provision of feed in the right amount and uniform is important in maintaining egg productivity. The purpose of this study was to design, construct and test a laying hen feeding machine in a cage-type cage with a feed output measuring system and obtain performance data of the prototype of the machine. The machine was designed with the concept of automatic feed rationing from a feed hopper which is driven at a controlled speed so that feed can be given to the feed bins in each cage uniformly as needed. The machine is equipped with four feed hoppers that provide feed to four lanes of cages facing each other. The machine moves on rails along the cage with an AC electric motor drive. Feed rationing by a rotor-type metering device rotated by an automatically controlled DC motor. A prototype engine has been successfully built and tested. The test results showed that the machine could provide feed uniformly at the set amount automatically. The average speed of the machine was 0.27 m/s and the slip of the wheels on the rails averaged 10.46%. The average weight of feed output was 129.13 g/cage at a target feed distribution of 120 g/cage.

Abstrak

Dalam peternakan ayam petelur, pemberian pakan dalam jumlah yang tepat dan seragam merupakan hal penting dalam menjaga produktivitas telur. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendesain, membuat dan menguji kinerja mesin pemberi pakan ayam petelur pada kandang tipe cage dengan sistem penakar keluaran pakan dan mendapat data kinerja dari prototipe mesin tersebut. Mesin didesain dengan konsep penjatahan pakan otomatis dari hopper pakan yang digerakkan dengan kecepatan terkontrol, sehingga pakan dapat diberikan pada tempat pakan di setiap kandang secara seragam sesuai kebutuhan. Mesin dilengkapi empat hopper pakan yang melayani empat lajur kandang. Mesin bergerak pada rel sepanjang kandang dengan penggerak motor listrik AC. Penjatahan pakan oleh metering device tipe rotor yang diputar oleh motor DC yang dikontrol otomatis. Sebuah prototipe mesin telah berhasil dibuat dan diuji coba. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin dapat memberikan pakan secara seragam pada jumlah sesuai yang diatur, secara otomatis. Mesin melaju dengan kecepatan rata-rata 0.27 m/s dan slip roda pada rel rata-rata 10.46%. Rata-rata bobot keluaran pakan 129.13 g/30 cm pada target sebaran pakan sebesar 120 g/30 cm.

Doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.011.3.358-374>

1. Pendahuluan

Telur merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia terutama untuk kebutuhan protein tubuh. Telur konsumsi dihasilkan oleh ayam ras petelur yang merupakan salah satu jenis unggas yang ditanakkan di Indonesia. Ayam petelur dibudidayakan khusus untuk menghasilkan telur konsumsi. Telur tersebut dapat diproduksi karena tercapainya nutrisi yang masuk kedalam ayam dan juga kondisi lingkungannya. Saat ini ayam petelur memiliki peluang yang bagus untuk dikembangkan di Indonesia (Rapi et al., 2020). Keberhasilan usaha ternak ayam petelur dipengaruhi tiga faktor yaitu kualitas bibit, kuantitas dan ransum, serta manajemen pemeliharaan. Apabila salah satu faktor dari ketiga faktor tersebut mengalami kendala, tidak menutup kemungkinan akan terjadi permasalahan atau kegagalan dalam berusaha. Oleh karena itu, peternak dituntut dapat mengkombinasikan faktor-faktor tersebut untuk tercipta lingkungan kondusif yang mendukung keberhasilan usaha (Utomo 2017).

Kandang merupakan tempat ternak melakukan aktivitas produksi sehingga bentuk kandang dan kenyamanan perlu diperhatikan secara baik demi mencapai produktivitas yang baik pula. Terdapat dua jenis tipe kandang yaitu kandang jenis litter dan cage. Sebagian besar kandang ayam petelur dibuat dengan tipe cage dengan beberapa keuntungan yaitu lebih mudah dikontrol, praktis, dan berisiko kecil terhadap predator. Kelemahannya yaitu sedikitnya ruang gerak pada setiap ternak dan membutuhkan biaya yang lebih. Sedangkan kandang tipe litter jarang digunakan oleh peternak ayam petelur karena ternak akan sulit untuk dikontrol (Setiawati et al., 2016).

Populasi ayam ras petelur semakin meningkat dari tahun ke tahun dikarenakan semakin meningkatnya permintaan masyarakat akan telur konsumsi. Populasi ayam broiler dan petelur tahun 2021 adalah 3.1 miliar ekor dan 368 juta ekor. Dan tahun 2022 diprediksi naik 6.4% menjadi 3.3 miliar ekor ayam ras dan naik 10.32% jadi 408 ekor ayam petelur (BPS 2022). Namun peningkatan populasi ini belum diiringi dengan peningkatan produktivitas ayam petelur (Setiawati et al., 2016). Oleh karena itu perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan produktivitas ayam petelur, salah satunya melalui perbaikan sistem pemeliharaan. Umumnya, budidaya ayam petelur dilakukan secara besar-besaran dengan jumlah ayam ribuan ekor. Selama ini, cara pemberian pakannya dilakukan secara manual. Petani memberikan pakan secara langsung pada waktu-waktu tertentu. Pemberian pakan secara manual kurang efektif karena peternak tidak mengetahui berapa porsi kebutuhan pakan ayam petelur. Cara manual dapat menyebabkan pemberian pakan tidak terkontrol. Selain itu, biaya ayam petelur yang paling tinggi salah satunya berasal dari biaya pembelian ransum. Oleh karena itu diperlukan manajemen pemberian pakan yang baik (Ferdian et al., 2022).

Peternakan ayam di luar negeri (seperti di Cina, Jepang, dan Negeria), sudah banyak yang menggunakan mesin pemberi pakan otomatis (Ogbuka et al., 2021, Olaniyi et al., 2021, dan Cai et al.,

2021), namun harganya mahal dan belum terjangkau oleh para peternak lokal di Indonesia. Ada beberapa mesin sejenis yang telah dikembangkan di Indonesia. Prihantoro et al. (2022) mengembangkan sistem pengumpan pakan ayam petelur otomatis berbasis real-time clock (RTC), namun jumlah pakan yang diberikan belum dapat diatur, dan baru diuji pada pemberian pakan untuk tiga ekor ayam saja. Selanjutnya Ferdian et al. (2022) merancang mesin pemberi pakan ayam petelur otomatis berdasarkan amplitud kebisingan yang disebabkan oleh ayam yang lapar. Namun, mesin ini hanya melayani satu jalur kandang saja. Sementara itu, para peternak ayam petelur membudidayakan ayam petelur dalam beberapa jalur ayam, dan bertingkat. Jadi pengembangan lebih lanjut dari mesin pemberi pakan otomatis masih diperlukan, untuk memenuhi kebutuhan nyata sistem peternakan ayam petelur dalam beberapa jalur kandang ayam bertingkat, dengan kapasitas tinggi dan pemberian pakan yang tepat. Sistem pemberian pakan tersebut dapat dilakukan dengan membuat suatu mesin otomatis dimana tidak diperlukan banyak tenaga dan takaran pakan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan nutrisi ayam (Olaniyi et al., 2014). Perancangan mesin pemberi pakan ayam petelur otomatis ini dibuat agar dapat mempermudah peternak ayam dalam memberi pakan (Navaneeth et al., 2015). Selain itu, mesin ini diharapkan mampu meningkatkan efektifitas dan efisiensi dengan memberi pakan secara tepat takar dan waktu yang cepat.

Oleh karena itu diperlukan pengembangan mesin dengan bahan dan komponen yang tersedia di pasaran lokal di Indonesia. Ada juga yang merancang mesin pemberi pakan untuk ternak ayam broiler pada Closed House System (Dewanto et al., 2019), yang belum cocok untuk ayam petelur. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendesain dan membuat mesin pemberi pakan ayam petelur pada kandang tipe cage dengan sistem penakar keluaran bobot pakan dan mendapatkan data kinerja dari prototipe mesin tersebut.

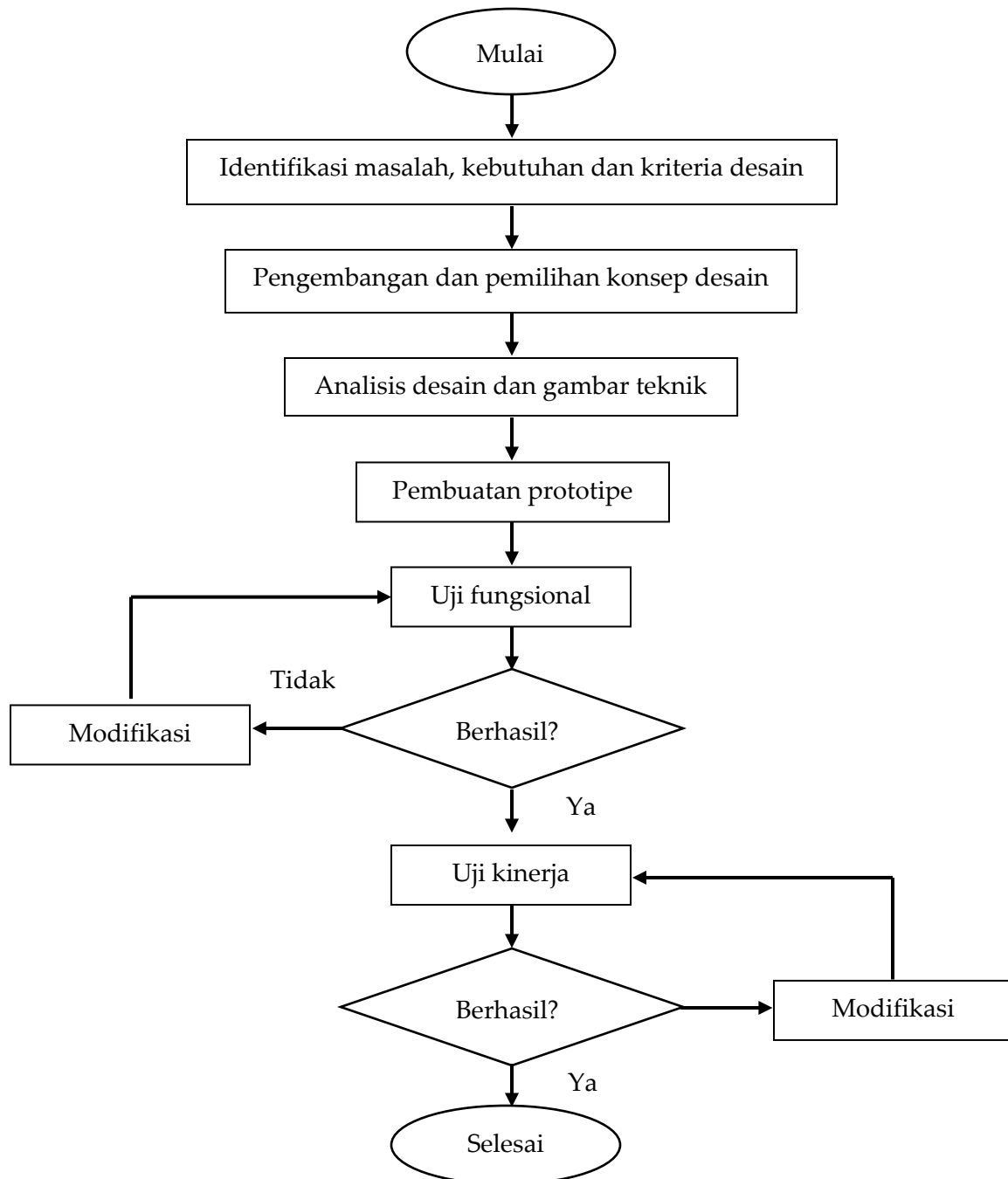
2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rancangan fungsional dan struktural dengan langkah-langkah: 1) identifikasi masalah, kebutuhan, dan kriteria desain, 2) pengembangan dan pemilihan konsep desain, 3) analisis desain dan pembuatan gambar teknik, 4) pembuatan prototipe mesin, 5) pengujian fungsional dan kinerja serta evaluasi. Bagan alir perancangan mesin pemberi pakan ayam petelur ditunjukkan pada **Gambar 1**.

2.1 Identifikasi Masalah, Kebutuhan, dan Kriteria Desain

Identifikasi masalah dilakukan dengan observasi kondisi kandang ayam, jumlah kandang, studi kebutuhan jumlah dan jenis pakan ayam, pengumpulan data karakteristik pakan, serta pengamatan teknologi mesin pemberi pakan yang sudah ada. Pengambilan data secara primer yaitu mengukur jarak antar kandang yang akan dijadikan pondasi rel dan juga jarak antar roda. Selain itu dilakukan

pengukuran pada tinggi wadah pakan yang akan mempengaruhi bentuk desain corong penjatah. Bentuk kandang yang dijadikan objek terlihat pada **Gambar 2**.



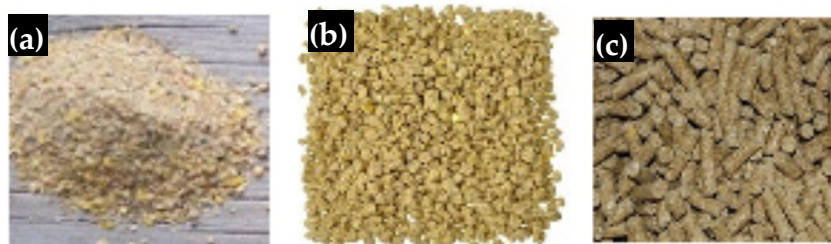
Gambar 1. Bagan alir perancangan mesin pemberi pakan ayam petelur



Tempat pakan

Gambar 2. Bentuk kandang

Menurut Afikasari et al (2020), standar konsumsi pakan ayam petelur saat masa produksi berkisar antara 110 – 120 g/ekor/hari. Karakteristik pakan ayam petelur terdiri dari pakan yang berbentuk tepung, pellet, dan crumble (butiran). Berdasarkan karakteristik fisik pakan ayam dari starter hingga grower (bentuk mash, crumbel, dan pellet), pellet merupakan ukuran terbesar pakan ayam petelur pada masa grower yang memiliki diameter 2 – 3 mm (**Gambar 3**).



Gambar 3. Karakteristik fisik campuran pakan ayam petelur (Rasyaf 2004).

Berdasarkan kebutuhan dan hasil pengamatan yang telah diuraikan di atas, dapat ditentukan kriteria desain dari mesin yang dirancang, yaitu : 1) mesin dapat mendistribusikan pakan pada empat baris kandang sekali jalan (700 ekor) dengan panjang kandang 20 m, 2) kapasitas pemberian pakan sebesar 0.4– 0.44 g/ekor di mana kecepatan maju mesin 0.26 – 0.28 m/s, 3) pemberian pakan seragam dengan bobot keluaran pakan sesuai dengan acuannya, 4) dapat memberikan pakan pada range penjataan 40 – 70 g/ekor yang dapat diset, 5) tiap hopper dapat menampung pakan dalam satu kali jalan untuk 175 ekor ayam, dengan panjang jalur kandang 20 m, 6) mesin dapat berhenti secara otomatis saat mesin sudah sampai ujung kandang, 7) mesin dapat kembali ke posisi awal pengisian pakan, dengan sistem kendali oleh operator (dengan tuas saklar), untuk pengisian ulang pakan bila pakan di hopper kosong atau telah selesai pemberian pakan.

2.2 Analisis Desain

2.2.1 Analisis desain fungsional dan struktural

Fungsi utama dari mesin diuraikan menjadi beberapa sub-fungsi yang disusun dalam rancangan fungsional. Untuk masing-masing sub-fungsi diidentifikasi alternative komponen atau

mekanisme dan dipilih yang sesuai. Kemudian untuk setiap komponen dipilih bahan yang sesuai, lalu dilakukan analisis kekuatan bahan dan juga analisis kinematikanya, yang disusun dalam rancangan struktural. Hasilnya secara ringkas disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rancangan fungsional dan struktural

No.	Rancangan Fungsional	Komponen terpilih	Rancangan Struktural
1	Menampung pakan ayam	<i>Hopper trapesium</i>	Kemiringan dinding <i>hopper</i> 45° (lebih besar dari sudut curah pakan, 38,1°), volume sesuai jumlah pakan dalam satu lintasan, bahan plat seng.
2	Mengatur bobot keluaran pakan	<i>Metering device tipe rotor bercelah</i>	Bahan <i>Polyvinyl chloride (PVC)</i>
3	Sumber penggerak maju mesin	Motor AC	Motor AC dengan daya 80 Watt, 2400 rpm
4	Mereduksi putaran dari motor AC ke roda penggerak	<i>Gear box</i>	Menggunakan <i>gear box</i> dengan rasio 1:20 untuk mereduksi putaran dari motor sebesar 2400 rpm menjadi 120 rpm.
5	Pemberi traksi mesin pada rel lintasan untuk bergerak maju	Roda baja beralur	Roda yang digunakan berdiamter 15 cm dengan target kecepatan putar sebesar 32 rpm
6	Lintasan roda	Sepasang rel baja siku	Rel berupa baja siku ukuran 50×50×5 mm, dipasang pada tumpuan kandang atas.
7	Penghubung roda dan penyalur torsi dari motor	Poros baja	Digunakan yaitu bahan poros S45C dengan kekuatan tarik 60 kg/mm ² diameter 25,4 mm (1 inci).
8	Transmisi daya dari motor AC ke poros penggerak roda	<i>Pulley dan v-belt</i>	Dipilih sabuk-V tipe A standar no. 36 dengan panjang keliling 914 mm, <i>pulley</i> kecil 65 mm dan <i>pulley</i> besar 254 mm
9	Menahan semua komponen	Rangka utama	Bahan rangka baja <i>hollow</i> hitam (S30C) 40×60 mm dengan tebal 1 mm yang memiliki tegangan tarik (σ) 48 kg/mm ² atau 436,8 MPa
10	Mengendalikan kecepatan maju, kecepatan putar rotor penjajah, penghenti otomatis	Sistem kendali terprogram pada mikrokontroler Arduino Uno dan sensornya	Mikrokontroler Arduino Uno, L298n motor driver untuk 4 motor DC, <i>relay</i> untuk motor AC penggerak roda, potensiometer untuk mengatur kecepatan putar motor DC rotor penjajah, sensor ultrasonic untuk penghenti mesin di ujung, saklar on-off untuk mulai dan mengembalikan mesin

2.2.2 Analisis kekuatan bahan rangka utama

Rangka berfungsi sebagai tempat melekatnya seluruh komponen, yaitu hopper, motor, sistem transmisi daya dan rangkaian sistem kendali otomatisnya. Analisis kekuatan bahan rangka dilakukan

untuk menentukan jenis bahan dan ukuran bahan yang digunakan. Rangka ini membentang dari rel kiri dan rel kanan berjarak 266 cm, menahan dua beban terkonsentrasi P1 (hopper kiri) dan P2 (hopper kanan) pada posisi seperti ditunjukkan pada **Gambar 4** (kiri). Ada dua rangka (depan dan belakang) yang menumpu beban tersebut. Berdasarkan jenis bahan yang sesuai dan banyak tersedia di pasaran, dipilih baja hollow dengan penampang seperti pada **Gambar 4** (kanan), dimana inersia dari penampangnya dapat dicari menggunakan **Persamaan 1**.

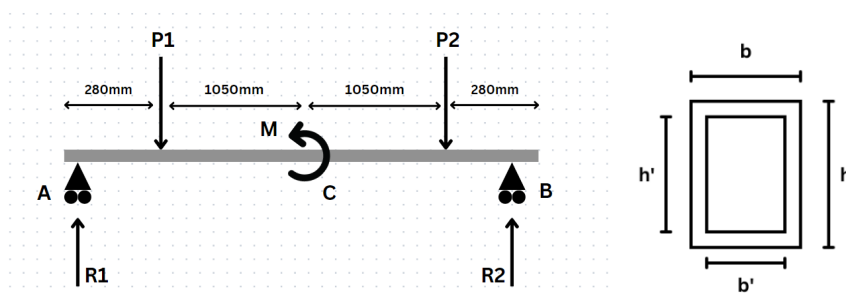
$$I = \frac{bh^3}{12} - \frac{b'h'^3}{12} \quad (1)$$

Dimana : I: momen inersia balok berongga (m⁴), b: lebar penampang bagian luar (m), h: panjang penampang bagian luar (m), b': lebar penampang bagian dalam (m), h': panjang penampang bagian dalam (m).

Dengan memasukkan persamaan tersebut ke dalam persamaan tegangan tarik (**Persamaan 2**), maka akan didapat tebal baja hollow yang dibutuhkan.

$$\sigma = Mc/I \quad (2)$$

Dimana: σ adalah tegangan tarik (MPa), M adalah momen lentur (Nm), c adalah jarak luar balok dari sumbu netral (m), dan I adalah momen inersia balok berrongga (m⁴).



Gambar 4. Skema pembebanan pada rangka utama dan bentuk penampang baja hollow.

Dari perhitungan bobot pakan pada hopper dan berat mesin, diasumsikan beban yang diberikan pada rangka utama sebesar 150 kg sehingga setiap batang rangka utama akan mendapat beban 75 kg. Rangka mesin mendapatkan pembebanan yang simetris (P₁ dan P₂). Dengan menggunakan prinsip kesetimbangan momen, dapat dihitung gaya reaksi R₁ dan R₂ (pada roda) sebesar 367,88 N. Selanjutnya momen lentur (M) pada titik tengah (C pada jarak 1330 mm) dapat dihitung sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} \sum M_C &= -R_1(1330) + P_1(1050) + M = 0 \\ -367.875(1330) + 367.875(1050) + M &= 0 \\ M &= 103005 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Sesuai **Gambar 4** (kanan) penampang rangka berbentuk persegi panjang berongga, dipilih bahan baja jenis S30C dengan dimensi: lebar (b) 40 mm dan tinggi (h) 60 mm. Tegangan tarik ijin (*allowable stress*, σ') adalah 1/6 dari nilai kuat tarik ($\sigma = 436.8 \text{ N/mm}^2$), yaitu 72.8 N/mm^2 . Tebal bahan dihitung sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \text{ sehingga } I = \frac{Mc}{\sigma} = \frac{103005 \times 30}{72,8} = 42447.115 \text{ mm}^4$$

$$I = \frac{bh^3}{12} - \frac{b'h'^3}{12} = \frac{40 \cdot 60^3}{12} - \frac{(40-t) \cdot (60-t)^3}{12}$$

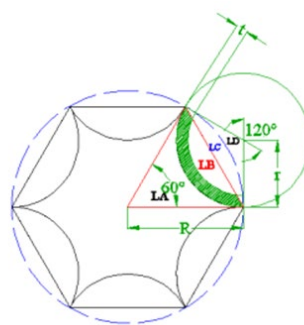
$$42447.115 = 720000 - \frac{(40-t) \cdot (60-t)^3}{12}$$

$$(40 - t) \times (60 - t)^3 = 8130634.615 \text{ sehingga } t = 0.8 \text{ mm} \approx 1 \text{ mm}$$

Jadi tebal yang diperlukan untuk rangka utama sebesar 1 mm dengan ukuran baja hollow 40×60 mm.

2.2.3 Metering device

Dalam desain *metering device* pakan dipilih tipe rotor bercelah yang dipasang pada bagian bawah *hopper*. Setiap petak kandang terdiri dari dua ekor ayam dengan panjang tempat pakan per petak sebesar 30 cm, sehingga panjang keluaran pakan dari *metering device* sebesar 15 cm per ekor. Kebutuhan pakan per petak yaitu 120 g. Kecepatan mesin direncanakan 0.2 m/s, sehingga untuk panjang 30 cm dibutuhkan waktu 1.5 detik (0.025 menit). Dengan *bulk density* dari pakan ayam sebesar 0.691 g/cm^3 dan kebutuhan pakan 120 g, maka volume pakan yang harus dijatahkan per petak (30 cm) adalah 173.66 cm^3 . Bila pakan sebanyak itu dijatahkan menggunakan rotor penjatah, dalam satu putaran rotor (**Gambar 5**), dan digunakan 6 celah lengkung, maka volume satu celah sebesar 28.9 cm^3 . Dalam rancangan ini dipilih panjang rotor 15 cm. Dengan memperhatikan bentuk lengkungan celah rotor dan ukurannya seperti pada **Gambar 5**, maka dapat dihitung ukuran celahnya (jari-jari alur celah rotor) menggunakan Persamaan 3 dan 4 seperti berikut ini. Selanjutnya berdasarkan hasil perhitungan jari-jari lengkungan alur celah rotor, maka dibuatlah desain rotornya seperti ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 5. Sketsa penampang alur rotor bercelah pada metering device pakan

$$L_{BC} = \frac{V_{1\text{putaran}}}{6 \times l} \quad (3)$$

$$L_{BC} = \frac{173,66}{6 \times 15} = 1,93 \text{ cm}^2$$

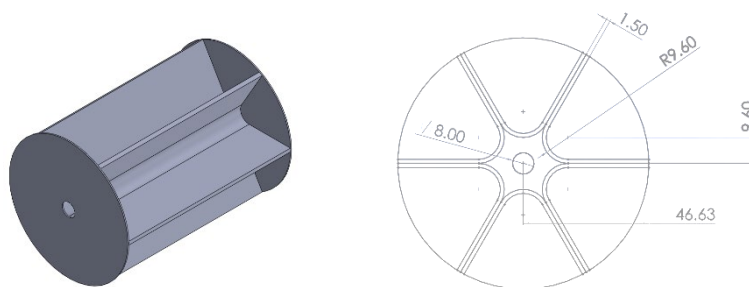
$$L_{BC} = \frac{\pi R^2}{6} - \left(\frac{R^2}{2} \cos 30 + r^2 \cos 60 \cdot \sin 60 \right) - \frac{\pi r^2}{3} - \frac{2\pi r t}{3} + \frac{2\pi R t}{6} \quad (4)$$

Dimana: L_{BC} : luas celah penjatah pakan yang terisi pakan (cm^2), R : jari-jari rumah metering device (cm), r : jari-jari penjatah pakan (cm), t : tebal pipa penjatah pakan (cm), l : panjang rotor penjatah pakan (cm), sehingga,

$$3.8 = \frac{\pi \times 5.5^2}{6} - \left(\frac{5.5^2}{2} \cos 30 + r^2 \cos 60 \times \sin 60 \right) - \frac{\pi r^2}{3} - \frac{2\pi r \times 0.15}{3} + \frac{2\pi \times 5.5 \times 0.15}{6}$$

$$1.48r^2 + 0.31r = 1.68$$

$$r \approx 0.96 \text{ cm}$$



Gambar 6. Desain rotor bercelah untuk metering device pakan

2.2.4 Motor penggerak roda

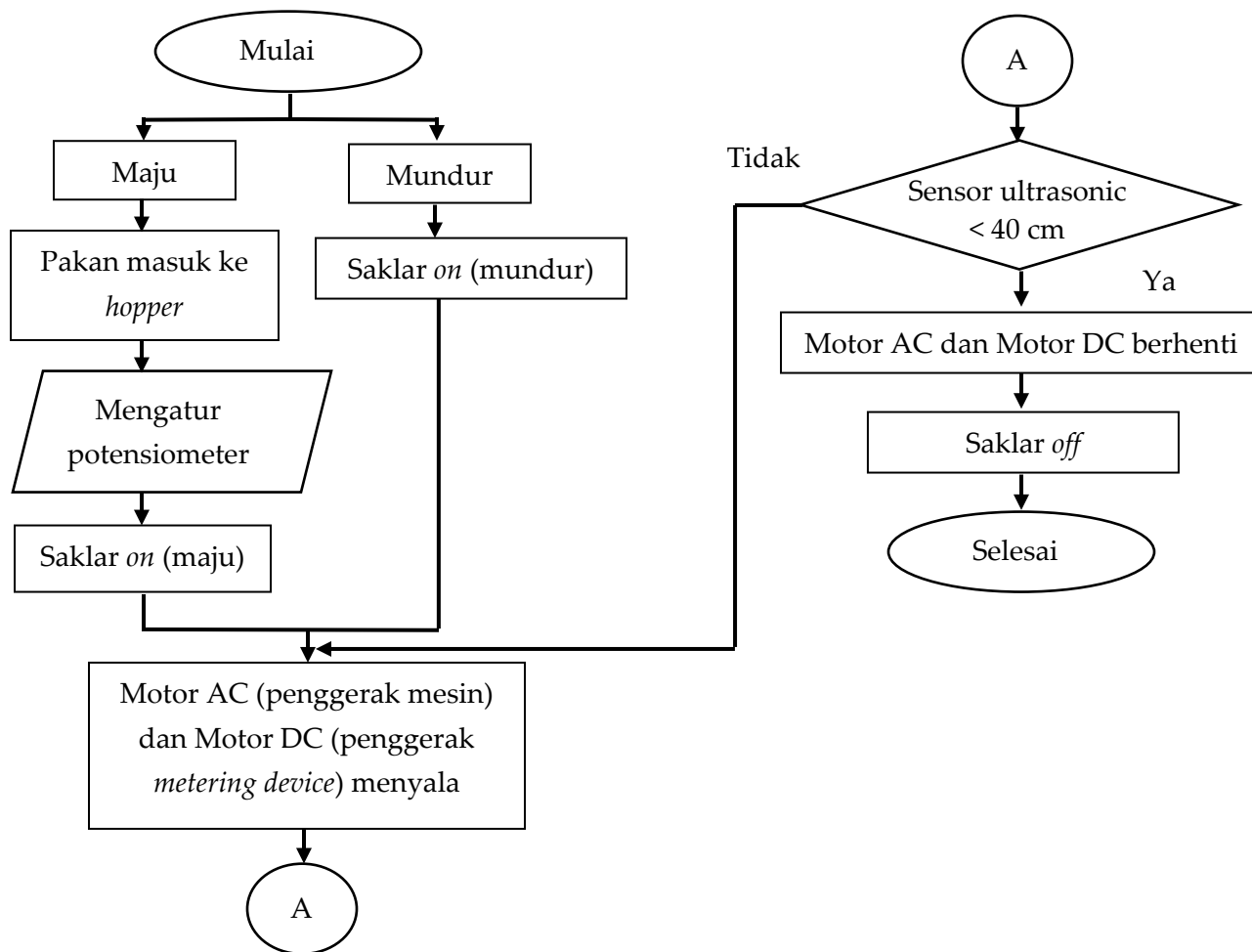
Motor AC dipilih untuk menggerakkan poros roda penggerak maju mesin. Tahanan gelinding dihitung menggunakan data koefisien tahanan gelinding (C_{rr}) hasil pengukuran (0.034) dan bobot total mesin (W) 200 kg, sehingga diperoleh tahanan gelinding total 6.8 kg (66.7 N). Lalu torsi dihitung dengan mengalikan tahanan gelinding dengan jari-jari roda (0.075 m), sehingga diperoleh torsi roda sebesar 5 Nm. Selanjutnya daya putar roda (P) dihitung dengan **Persamaan 5**.

$$P = \omega \times T \quad (5)$$

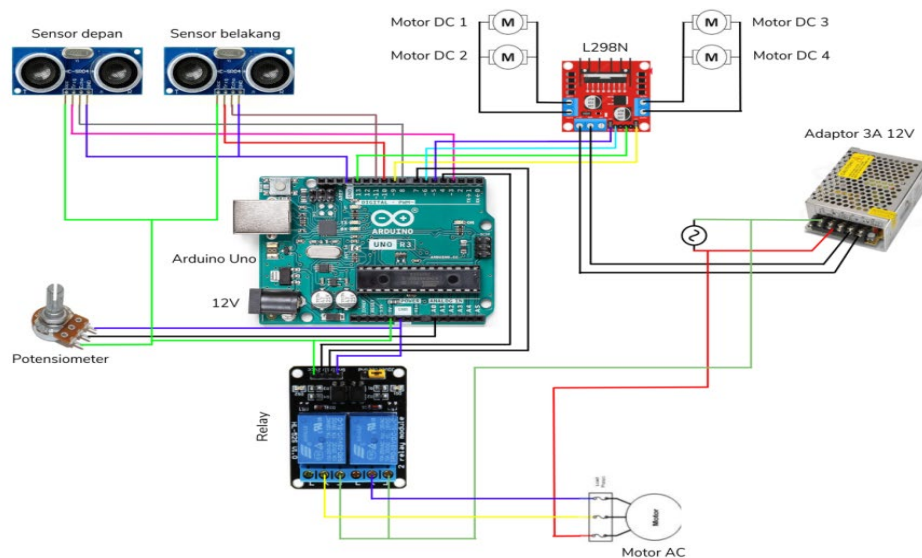
Dalam hal ini: P adalah daya putar roda (kW), T adalah torsi (Nm), dan ω adalah kecepatan sudut (rad/s). Kecepatan putar roda dihitung dari target kecepatan maju 0.28 m/s, diameter roda 15 cm, dan asumsi slip roda 10%, sehingga diperoleh kecepatan putar 39 rpm. Jadi kecepatan sudutnya adalah 4.08 rad/s. Dengan menggunakan **Persamaan 5**, diperoleh daya putar P 20 Watt (0.02 kW). Dengan asumsi efisiensi transmisi pada gearbox dan sabuk-puli sebesar 80%, dan efisiensi motor listrik 75%, maka diperoleh daya motor sebesar 33 Watt. Daya motor yang dipilih harus lebih besar dari 33 Watt. Dengan memperhatikan ketersediaan motor AC di pasaran dipilih motor AC dengan spesifikasi daya maksimum 80 Watt.

2.2.5 Desain sistem kendali otomatis

Mesin dikendalikan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Pada sistem kendali on/off motor AC, digunakan sensor jarak ultrasonik yang akan mengirimkan sinyal ke arduino dan relay akan memberikan feedback dengan memutus arus apabila jarak yang terbaca pada sensor kurang dari 40 cm. Sistem kendali putaran motor DC penggerak rotor menggunakan driver L298n dan potensiometer, dengan menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) yang nilainya ditentukan melalui nilai potensiometer yang disambungkan melalui kaki A0 Arduino Uno. Algoritma sistem kendali berupa logika sebagai dasar pembuatan program pada Arduino uno dan rangkaian elektroniknya dapat dilihat pada **Gambar 7a** dan **Gambar 7b**.



Gambar 7a. Flowchart program sistem kontrol otomatis.



Gambar 7b. Rangkaian elektronika sistem kontrol otomatis mesin.

2.3 Metode Pengujian Mesin

Pengujian fungsional dilakukan dengan pengamatan pada rangka, roda, hopper, dan kapasitas keluaran pakan dari metering device, sensor ultrasonik, kinerja relay, dan potensiometer. Kriteria keberhasilan uji fungsional setiap komponen tersaji pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kriteria pengujian fungsional mesin

Komponen	Keterangan
Rangka	Mampu menahan beban keseluruhan
Roda	Dapat melaju dengan lancar dan tidak terhambat pada rel yang telah dirancang
Hopper	Menampung pakan seberat 10.5 kg dan pakan dapat meluncur menuju <i>metering device</i>
<i>Metering device</i>	Dapat mengeluarkan pakan tanpa adanya hambatan
Sensor ultrasonik	Mampu membaca jarak dan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler
Relay	Dapat menerima sinyal dari mikrokontroler dan memutus arus
Potensiometer	Dapat mengatur kecepatan putar motor DC untuk menggerakkan <i>metering device</i>

Uji kinerja dilakukan melalui percobaan dengan kondisi: target kecepatan maju antara 0.26 – 0.28 m/s dengan kapasitas keluaran pakan sebesar 0.4– 0.44 g/ekor dalam empat baris kandang secara

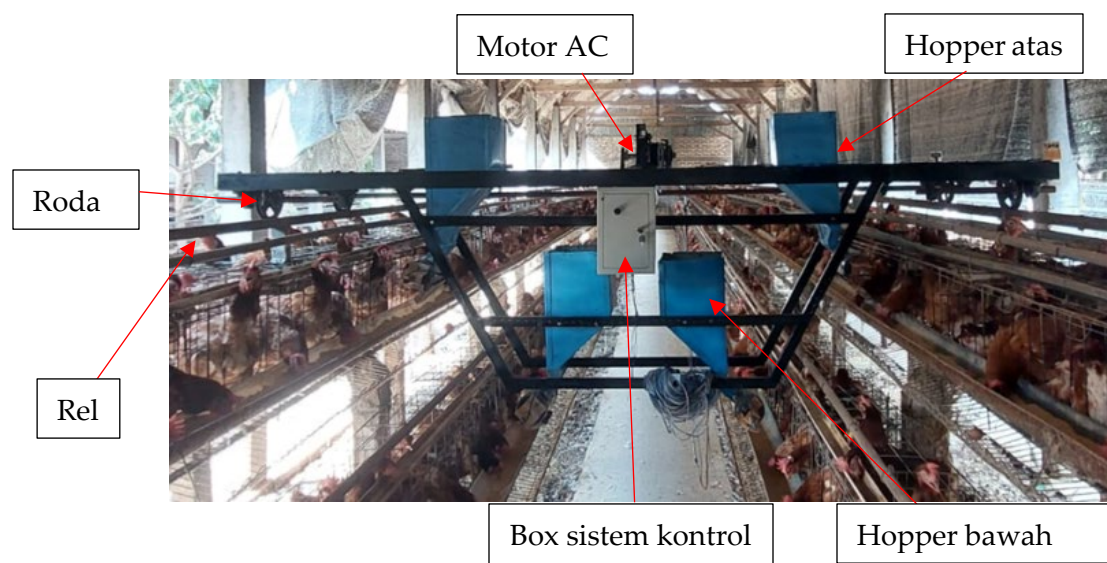
bersamaan. Pakan yang digunakan adalah campuran konsentrat merk Newhope K-863, dedak, dan juga jagung dengan bulk density sebesar 0.691 g/cm³. Karakteristik konsentrat yang digunakan berupa pellet dengan diameter 2 -3 mm dan panjang 3 – 4 mm, jagung berdiameter 1 – 2 mm, dan karakteristik dedak berupa bubuk. Saat pengujian, dilakukan pengukuran: kecapan maju mesin, slip roda, dan jumlah penjatahan pakannya. Kecepatan maju mesin diukur dengan mengukur waktu tempuh sejauh 5 m, lalu membagi jarak dengan waktu tempuhnya. Slip diukur dengan mengukur jarak tempuh mesin pada sepuluh putaran roda penggerak, lalu membandingkannya dengan jarak tempuh terorisinya ($10 \times \pi \times Dr$). Pengukuran kecepatan maju dan slip dilakukan dalam tiga kali ulangan.

Kapasitas keluaran pakan dilakukan dengan mengukur pakan yang tersalurkan ke tempat pakan setiap 30 cm (petak kandang). Pada setiap baris kadang diambil 10 sampel secara acak, sehingga diperoleh 40 sampel. Data tersebut kemudian diolah menggunakan software SPSS untuk menguji keseragamannya menggunakan uji *one way* anova.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pabrikasi Mesin Pemberi Pakan Ayam Petelur Otomatis

Prototipe mesin pemberi pakan ayam petelur otomatis telah berhasil dirancang dan dipabrikasi (**Gambar 8**).



Gambar 8. Prototipe mesin pemberi pakan ayam petelur otomatis

Pabrikasinya dimulai dengan pembuatan rangka dan dilanjutkan dengan pemasangan bearing duduk UCP 205-16, roda berdiameter 15 cm, pulley berdiameter 10 inci dan v-belt no. A39 pada poros dengan bahan baja S45C berdiameter 1 inci. Setelah semua terpasang pada poros selanjutnya bearing dikencangkan dengan baut pada rangka utama. Jarak antar roda disesuaikan dengan lebar rel yaitu 266 cm. Langkah selanjutnya yaitu pemasangan motor yang sebelumnya sudah dibuat dudukan pada rangka utama. Tahapan ketiga yaitu pembuatan hopper dengan ukuran yang telah direncanakan berbahan plat seng dan baja siku sebagai tepian. Setelah hopper dibuat, langkah selanjutnya yaitu pembuatan metering device sesuai dengan desain.

3.2 Hasil uji fungsional

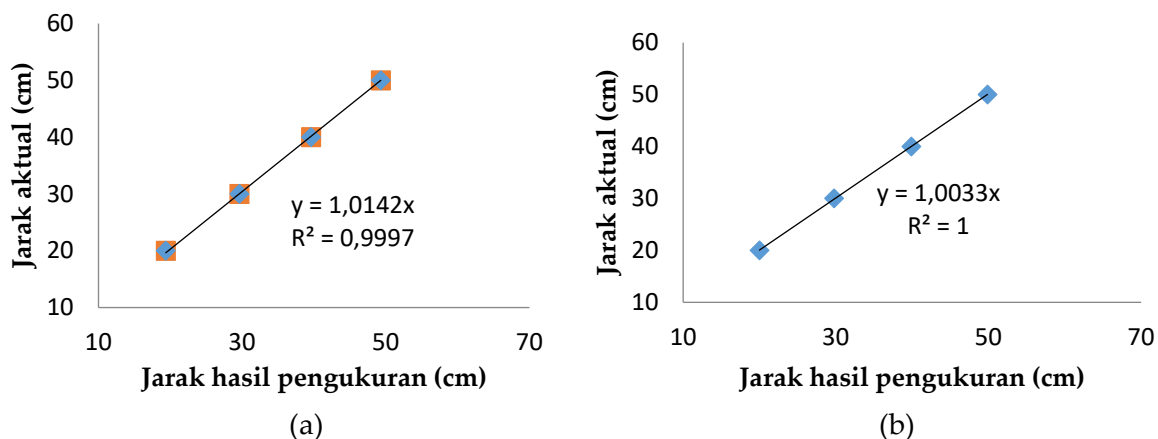
Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa seluruh komponen mesin telah bekerja dengan baik dan memenuhi kriteria rancangan fungsionalnya seperti telah dijelaskan pada **Tabel 2**. Hasil uji keluaran pakan dari metering device menunjukkan telah mencapai target, yaitu diperoleh rata-rata kapasitas keluaran pakan sebesar 1.2 kg per 10 detik atau 120 g/s. Selanjutnya, hasil percobaan dengan pengaturan tegangan masuk pada motor DC (yang diatur oleh potensiometer melalui mikrokontroler dan motor driver L298n), telah diperoleh data kapasitas penjatahan pakan untuk tiap tegangan masuk pada motor DC seperti pada **Tabel 3**. Data kalibrasi pada **Tabel 3** ini, selanjutnya akan digunakan pada pengaturan kapasitas penjatahan pakan yang diinginkan, pada mesin.

Tabel 2. Massa keluaran pakan pada lintasan 30 cm pada tiap tegangan motor DC

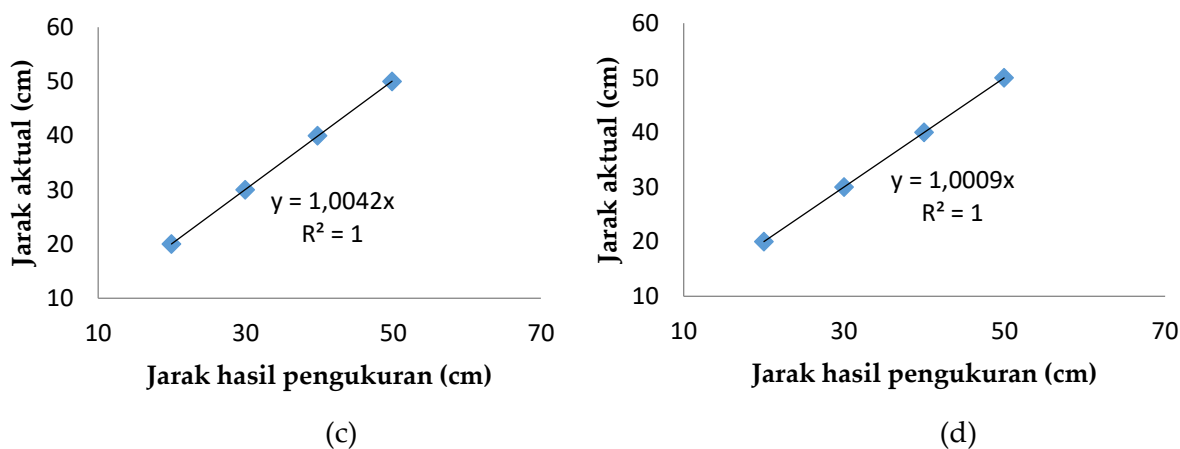
Tegangan (Volt)	Massa pakan (g/30 cm)
10	140
8	130
7,1	120
6,5	100
5,2	80

Sensor ultrasonik berfungsi dengan baik, sensor dapat membaca jarak, dan pada jarak 40 cm ke ujung kandang motor AC (penggerak roda) dan motor DC (penggerak metering device) dapat berhenti otomatis. Ada dua sensor jarak yang dipakai yaitu satu di depan (pembatas ujung akhir) dan satu di belakang mesin (pembatas ujung awal). Kedua sensor ini merupakan keunggulan tambahan dari mesin pemberi pakan yang dirancang bila dibandingkan dengan mesin yang telah dikembangkan oleh Dewanto et al., (2019) dan Ferdian et al., (2022). Hasil kalibrasi sensor disajikan pada **Gambar 9** dan validasinya pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**, masing-masing untuk sensor ultrasonic depan dan belakang. Selanjutnya persamaan kalibrasi $Y=1.0142x$ (untuk sensor depan) dan

$Y=1.0042x$ (untuk sensor belakang) digunakan dalam pengaturan penghentian motor AC otomatis. Nilai ketelitian sensor 1 (depan) dan 2 (belakang) masing-masing sebesar 99.27% dan 99.76% dengan nilai ketepatan masing-masing 99.68% dan 99.95%. Ini menunjukkan bahwa sensor ini berfungsi dengan baik dan keakuratan yang sangat tinggi. Dengan demikian penggunaannya pada sistem kendali penghenti mesin di ujung akhir dan awal sangat baik.



Gambar 1. (a) Kalibrasi sensor ultrasonik 1, (b) Validasi sensor ultrasonik 1



Gambar 10. (a) Kalibrasi sensor ultrasonik 2, (b) Validasi sensor ultrasonik 2

3.3 Kinerja Mesin

Hasil pengujian kecepatan dan slip roda menunjukkan bahwa pada kondisi hopper kosong, kecepatan maju rata-rata adalah 0.27 m/s dengan slip roda rata-rata 10.3%. Untuk kondisi beban pada hopper terisi setengahnya, diperoleh kecepatan maju rata-rata 0.27 m/s dengan slip roda 10.6%. Kemudian pada kondisi hopper penuh diperoleh kecepatan maju rata-rata 0.26 m/s dengan slip roda 11.5%. Kecepatan mesin semakin menurun seiring dengan naiknya beban pakan, hal ini terjadi karena

slip roda yang semakin besar dan juga beban pakan itu sendiri yang membuat kebutuhan torsi pada penggerak semakin besar. Dalam interaksi roda dengan rel, beban vertical akan mempengaruhi besarnya gesekan dan juga tahanan gelinding (Palinko 2016). Namun demikian dari hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa ketiga kondisi beban ini tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada kecepatan maju dan slip roda. Hasil ini juga menunjukkan bahwa desain mesin yang telah dibuat sesuai dengan kriteria desain yang direncanakan yaitu kecepatan penjatahan pakan sebesar 0.26 – 0.28 m/s. Selanjutnya, hasil ini digunakan untuk pengaturan kecepatan putar rotor penjatah sesuai dengan target penjatahan pakan yang diinginkan.

Hasil pengujian kapasitas penjatahan pakan menunjukkan bahwa dari 40 sampel berkisar antara 115 g/30 cm (minimum) dan 144 g/30 cm (maksimum). Rataan dan standar deviasi penjatahan pakan untuk tiap kandang disajikan pada **Tabel 3**. Hasil uji one way anova menunjukkan bahwa penjatahan pakan pada kandang A, B, C dan D tidak berbeda nyata (sig. >0.05) atau seragam. Bobot sebaran pakan yang diharapkan yaitu 120 g/30 cm. Nilai rata-rata bobot pakan di antara keempat kandang yaitu 129.13 g/30 cm.

Tabel 3. Perhitungan data sampel pemberian pakan dengan mesin

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min.	Max.
					Lower Bound	Upper Bound		
Kandang A	10	131.40	10.124	3.201	124,16	138,64	115	144
Kandang B	10	127.70	6.516	2.060	123,04	132,36	119	138
Kandang C	10	130.50	7.472	2.363	125,15	135,85	121	140
Kandang D	10	126.90	7.445	2.354	121,57	132,23	118	140
Total	40	129.13	7.920	1.252	126,59	131,66	115	144

Perbedaan keluaran pakan dapat dipengaruhi oleh beberapa factor, yaitu slip roda, beban pakan, dan getaran mesin yang menyebabkan pakan jatuh. Slip roda yang terlalu tinggi akan membuat pakan yang keluar pada satu titik semakin besar pula dan begitu juga dengan beban pakan. Beban pakan yang semakin besar akan mengurangi kecepatan maju mesin yang membuat semakin besar keluaran pakan pada satu titik tertentu. Kemudian getaran pada mesin sangat berpengaruh pada keluaran pakan. Komposisi pakan sebagian besar terdiri dari dedak yang memiliki daya rekat antar partikel besar, sehingga getaran mesin sangat dibutuhkan dalam hal ini. Semakin besar getaran yang terjadi maka pakan akan semakin mudah jatuh ke bagian bawah hopper.

4. Kesimpulan

Prototipe mesin pemberi pakan ayam petelur otomatis telah berhasil dirancang, dipabrikasi, dan diujicoba, untuk melayani empat baris kandang tipe batere, sepanjang 50 m. Prototipe telah dirancang dengan konstruksi yang dapat menahan beban pakan seberat 42 kg dan motor penggerak mesin juga dapat menggerakkan roda. Kecepatan maju mesin rata-rata 0.27 m/s, dengan slip roda rata-rata 10.8%. Rata-rata bobot keluaran pakan sebesar 129.13 g/30 cm (129.13 g/kandang) pada target sebaran pakan sebesar 120 g/30 cm (120 g/kandang). Pemberian pakan seragam sesuai pengaturan penjatahannya.

5. Daftar Pustaka

- Afikasari D, Rifa'i, Candra D A. 2020. Pengaruh suplementasi probiotik melalui pakan terhadap konsumsi pakan ayam petelur strain Isa Brown. *J Ternak*. 11 (1): 35 – 38.
- Boonraksa P, and Boonraksa T. 2022. The design of automatic chicken feeders machine controlled by a smartphone. *International Journal of Science and Innovative Technology*. 5(1): 74.-81.
- BPS. 2021. *Statistik Indonesia 2021*. Jakarta (ID): Biro Pusat Statistik Indonesia.
- Cai JH, Pei L. 2021. The design of a digital timing automatic feeder with adjustable temperature and humidity. *Procedia Computer Science* 166 (2020) 366–370.
- Dewanto P, Munadi M, Tauviqirrahman M. 2019. Development of an automatic broiler feeding system using PLC and HMI for Closed House System. *ASRJETS*. (2019) Volume 58(1): 139-149.
- Ferdian R, Dasman ZM, Heriyandi Y, Hersyah MH. 2022. Automatic feeder for laying hens based on noise amplitude. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. 11(1): 53-58. <https://doi.org/10.25077/jnte.v11n1.944.2022>.
- Navaneeth BS, and Murty AK. 2015. Automatic poultry feeder. *IJAERD*. 2(7): 338-343.
- Ogbuka IC, Anoliefo E, and Ajibo A. 2021. Design and implementation of an automated feeding system for poultry farms. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Rome, Italy, August 2-5.
- Olaniyi OM, Salami AF, Adewumi OO, Ajibola OS. 2014. Design of an intelligent poultry feed and water dispensing system using Fuzzy Logic Control Technique. *IIST*. 4(9): 61-72.
- Palinko M. 2016. Estimation of wheel-rail friction at vehicle certification measurements. Tesis KTH Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden.
- Prihantoro R, Jusman Y, Dharmawan D, Purwanto K. 2021. Automatic feeding of laying hens based on real-time clock. *Proceedings of 1st International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System (ICE3IS)*. Yogyakarta, Indonesia, October 15-16. DOI: 10.1109/ICE3IS54102.2021.9649663.
- Rasyaf M. 2004. *Beternak dengan islamiah*. Jakarta : Penebar Swadaya.

- Rapi A, Arifin AN, Lando AT. 2020. The manufacture of automatic chicken feed making machines as an economical solution for chicken farmers in Indonesia. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 885 012044.
- Setiawati T, Afnan R, Ulupi N. 2016. Performa produksi dan kualitas telur ayam petelur pada sistem litter dan cage dengan suhu kandang berbeda. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan. 4(1): 197-203.
- Utomo MD. 2017. Performa ayam ras petelur coklat dengan frekuensi pemberian ransum yang berbeda. Jurnal Aves. 11(2): 23-37.