

Perancangan Sistem Penyortiran Telur yang Termonitor IoT

F M Silitonga¹, D Widjaja^{*2}

¹⁻² Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia

Email:ferdinanmikalsen@gmail.com¹, damar@usd.ac.id^{*2}

Abstrak. Kebutuhan telur yang semakin meningkat mempengaruhi usaha telur ayam petelur untuk meningkatkan produktivitasnya. Protein hewani yang didapat dari telur merupakan sumber protein yang paling digemari masyarakat terutama di Indonesia. Telur juga merupakan bahan pangan yang mudah didapat dan memiliki harga yang terjangkau dibandingkan dengan makanan sumber protein lainnya. Menurut data Badan Pusat Statistik produksi telur ayam pada tahun 2022 mencapai 5.566.339, 44 ton. Pada tahun 2023 produksi telur mencapai 6.117.905, 40 ton. Semua data tersebut berdasarkan total produksi telur di Indonesia. Melihat data tersebut, produsen dan penjual telur perlu memperhatikan kondisi telur yang layak untuk dijual dan dikonsumsi masyarakat. Selama ini, proses sortir yang dilakukan masih secara masif memanfaatkan cahaya matahari atau memasukkannya ke dalam air. Penelitian ini mengusulkan pembuatan alat penyortir telur otomatis berdasarkan kondisi baik atau busuknya dan bobot telur. Sistem ini menggunakan platform IoT *Firestore* sebagai media monitoring jarak jauh, sehingga memudahkan produsen dan penjual telur dalam proses penyortiran. Alat ini menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) dan *Load Cell*. LDR digunakan untuk membaca intensitas cahaya yang menembus telur. Cahaya ini berasal dari penerangan *High Power LED* (HPL). Sensor *Load Cell* digunakan untuk membaca berat telur. *Load cell* telah bekerja dengan baik dengan rata-rata error sebesar 0,58%. Motor servo dapat bekerja dengan baik dan mampu memilah telur dengan ambang berat 50 gram. Kualitas cahaya dan berat telur akan menentukan kualitas telur. LDR mampu mendeteksi cahaya yang dipantulkan telur busuk dengan ambang di atas 500 lux.

Kata kunci: Telur; penyortiran telur; *Internet of Things*; LDR; *Load cell*.

Abstract. The increasing demand for eggs can affect chicken farmers to increase their productivity. Animal protein obtained from eggs is the most popular source of protein among the community, especially in Indonesia. Eggs are also a food ingredient that is easy to obtain and has an affordable price compared to other protein sources. According to data from the Central Statistics Agency, chicken egg production in 2022 reached 5,566,339.44 tons. In 2023, egg production reached 6,117,905.40 tons. All of these data are based on total egg production in Indonesia. Looking at these data, it is necessary for chicken farmer and egg seller to pay attention to the condition of eggs that are suitable for consumption. All this time, the sorting process that is carried out is massively by utilizing sunlight or putting the eggs in water. This research proposed to build automatic egg sorting tool based on good or rotten conditions and egg weight. The proposed system is using *Firestore* IoT platform as a remote monitoring media, so that it will ease egg producers and sellers in sorting

process. This tool uses a Light Dependent Resistor (LDR) sensor and load cell. LDR is used to read the intensity of light that penetrates through the egg. The light comes from HPL High Power LED (HPL). Load cell is used to measure the weight of egg. Load cell can work well to measure the egg weight with average error of 0,58%. Servo motor can work well and capable of separating eggs based on the weight with 50 grams threshold. Lighting intensity and egg weight will determine the quality of the egg. LDR can detect the light reflected from rotten egg shell with 500 lux threshold.

Keywords: Eggs; egg sorting; Internet of Things; LDR; Load cell.

1. Pendahuluan

Telur merupakan bahan makanan yang sangat penting di kalangan masyarakat, karena zat gizi yang terkandung dalam telur merupakan sumber protein yang sangat dibutuhkan oleh tubuh [1]. Harga telur juga dikategorikan murah dibandingkan sumber protein lainnya. Protein yang terdapat pada telur mengandung asam amino esensial lengkap sehingga menjadi mutu protein di bahan makanan. Kebutuhan konsumsi telur yang tinggi mengakibatkan produksi telur yang semakin cepat sehingga permintaan telur kepada peternak semakin tinggi. Oleh karena itu, peternak harus memperhatikan segi kualitas telur yang layak untuk dikonsumsi.

Telur yang banyak dipilih oleh masyarakat adalah telur ayam ras. Hal itu dikarenakan manfaat gizi di dalamnya, harganya yang murah, dan mudah didapat di lingkungan kita. Pertambahan jumlah penduduk juga mempengaruhi tingkat produksi dan kebutuhan telur di masyarakat. Kesadaran pentingnya gizi dan protein yang terkandung dalam telur menyebabkan terciptanya penyesuaian pendapatan ekonomi masyarakat dalam memenuhi protein pada tubuh. Masyarakat sering mendapatkan telur dengan kualitas dan kondisi yang sudah tidak baik dari penjual. Hal itu disebabkan kurangnya pengetahuan penjual mengenai cara penyimpanan telur, sehingga kualitas yang beredar pada masyarakat memiliki kualitas yang tidak terjamin.

Proses pendistribusian telur memiliki jalur yang sangat panjang sebelum sampai ke masyarakat. Penyortiran ulang untuk menjamin kualitas telur itu sangat dibutuhkan. Saat ini, masih banyak pedagang yang melakukan penyortiran menggunakan cara yang manual dengan menggunakan cahaya lampu dan memasukkannya ke dalam air [2]. Cahaya yang tampak menembus telur menandakan bahwa telur tersebut masih memiliki kualitas yang baik. Begitu juga sebaliknya, cahaya yang tampak agak gelap menandakan kualitas telur tersebut sudah buruk atau busuk. Metode penyortiran secara manual pasti membutuhkan waktu yang lama dan ketelitian yang tinggi agar tidak salah dalam menentukan kualitasnya.

Selain itu, proses penyortiran atau pemisahan ukuran telur masih sering dilakukan secara manual dengan memperkirakan berat telur menggunakan perasaan dan memperkirakan ukuran telurnya dengan mata telanjang. Hal ini dilakukan terutama oleh produsen telur kalangan menengah atau bukan industri telur yang besar. Cara menyortir seperti ini sering kali mengakibatkan terjadinya kesalahan dikarenakan faktor kelelahan. Proses-proses tersebut dapat kita gantikan menggunakan timbangan untuk mengukur berat telur sehingga terdapat pengkategorian telur yang sesuai dengan beratnya. Namun, hal tersebut masih memerlukan waktu dan ketelitian yang baik agar tidak dapat kesalahan dalam pendataan.

Berdasarkan masalah di atas alat penyortir telur otomatis yang diusulkan dalam penelitian ini merupakan solusi yang baik dan akan bermanfaat bagi peternak terutama produsen telur untuk membantu dalam memilah telur. Alat yang dirancang ini sudah menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) sebagai sistem pengawasan kinerja alat saat memilah telur berdasarkan kondisi dan ukuran telur. Peternak dan produsen telur ayam negeri dapat menghasilkan telur dengan kualitas terbaik untuk konsumen.

Telur yang bagus dan busuk tentunya memiliki karakteristik bagian dalam yang berbeda. Alat ini menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) yang berfungsi untuk mengukur cahaya yang dipantulkan dari permukaan telur. Perbedaan cahaya pada permukaan telur dapat dideteksi melalui analisis intensitas cahaya. Sistem ini terintegrasi menggunakan platform IoT yang memungkinkan pengguna untuk

memonitor status telur (bagus atau busuk) dan memberitahukan jika ada telur yang busuk. Alat ini juga dilengkapi sensor *load cell* yang berfungsi untuk mengukur berat telur secara otomatis, sehingga telur-telur tersebut memiliki pengkategorian berat yang sesuai diinginkan.

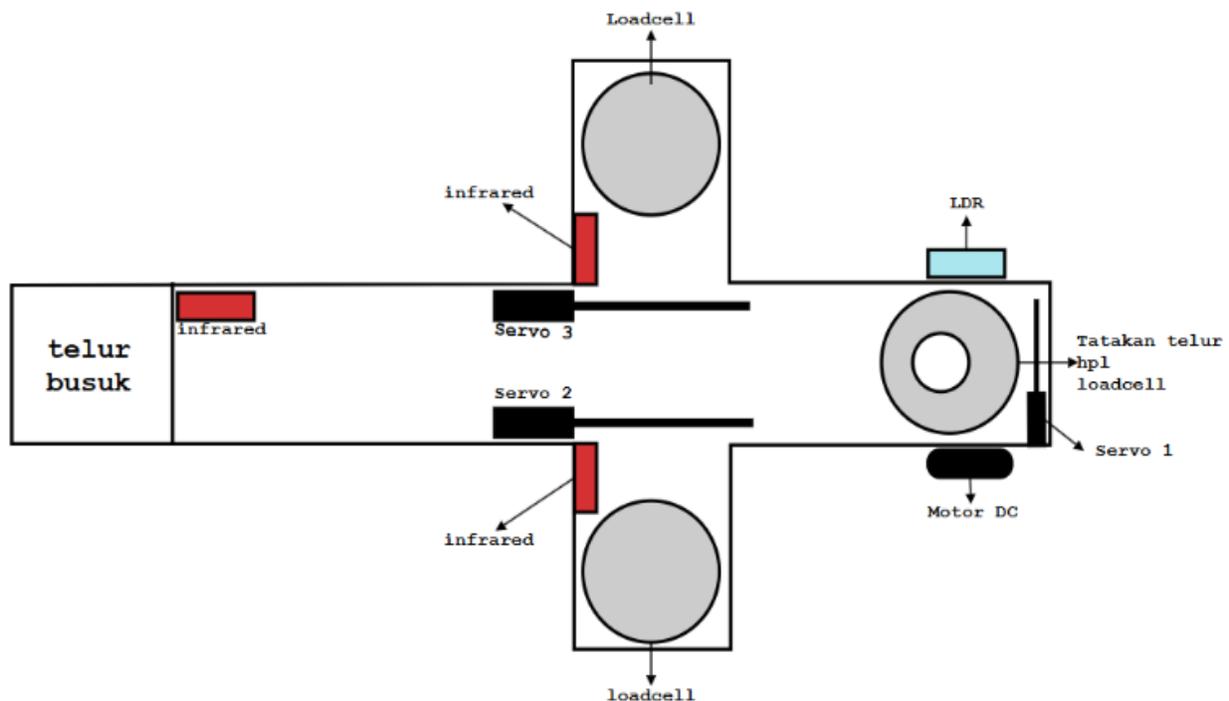
Pengujian dilakukan dengan sampel telur bagus dan busuk yang sudah diperiksa dan ditimbang secara manual menggunakan cahaya senter dan timbangan. Intensitas cahaya yang dipantulkan dari masing-masing telur diukur oleh sensor LDR dan telur tersebut diukur oleh sensor *load cell* untuk mengetahui beratnya. Kemudian hasilnya akan dikirim ke platform IoT melalui koneksi *WiFi*. Melalui platform IoT, pengguna dapat melihat hasil pengukuran dan memonitor kondisi telur secara *real-time*.

2. Metode

2.1 Perancangan Konstruksi Alat

Sistem penyortiran alat ini dirancang untuk memonitor kerja alat ini dalam menyortir telur melalui platform IoT. Alat dibuat untuk membantu dan memudahkan produsen dan peternak telur dalam melakukan penyortiran telur yang cepat dan waktu yang efisien. Sistem alat ini dirancang untuk menyortir telur berdasarkan bobot telur, kondisi telur, dan jumlah telur di setiap pengkategorian telur. Desain alat penyortir telur pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.

Alat ini akan menyortir telur berdasarkan berat dan kondisi telur. Ada dua jalur di alat yang dirancang berdasarkan dua katagori berat, jalur di sisi kiri untuk telur dengan bobot < 50 gram dan jalur di sisi kanan untuk telur dengan bobot ≥ 50 gram. Telur yang memenuhi kondisi berat tersebut namun memiliki kondisi yang sudah buruk atau busuk akan terus dilanjutkan ke area telur busuk tanpa melalui jalur pengkategorian bobot yang sudah disediakan.



Gambar 1. Desain alat penyortir telur.

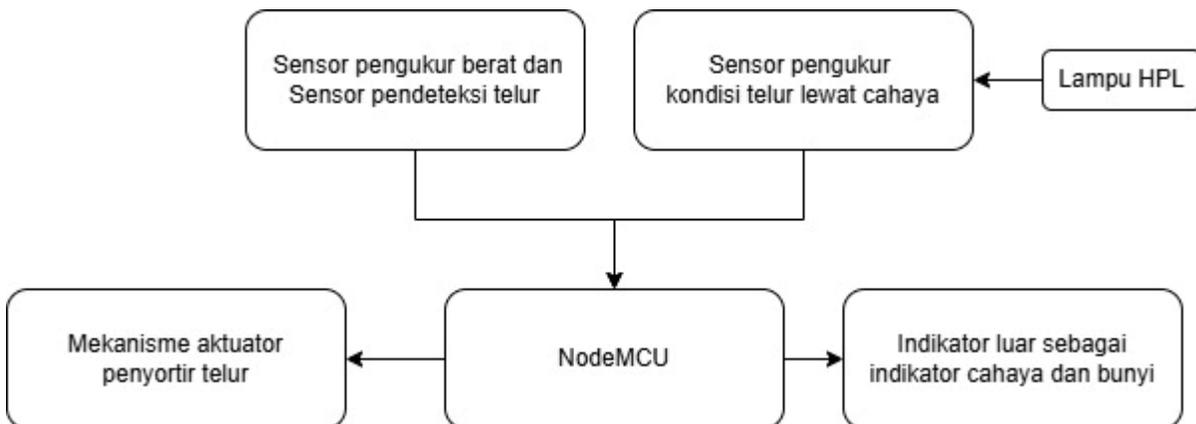
Kondisi telur yang busuk akan dihitung berdasarkan intensitas cahaya yang dapat dipantulkan melalui cangkang telur dan bersifat tidak menentu dikarenakan penyesuaian cahaya tempat melakukan penyortiran

telur. Perancangan sistem mencakup perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi. Perangkat keras pada sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama dan sebagai modul komunikasi IoT. Sensor *loadcell* berfungsi untuk mengukur bobot telur. Sensor LDR berfungsi sebagai penentu kondisi telur berdasarkan intensitas cahaya yang dipantulkan dari permukaan telur. Sensor *Infrared* berfungsi sebagai sensor penghitung jumlah telur di setiap katagori. Berbagai *actuator* juga dipasang pada alat ini untuk membantu proses penyortiran, seperti motor DC, HPL, motor servo, *led*, *buzzer*, dan *belt conveyor*.

Selain itu, perancangan alat keras juga mencakup desain alat penyortir telur dan keseluruhan mesin menggunakan diagram blok dan diagram alir (*flow chart*). Pengujian sistem dilakukan menggunakan aplikasi seperti *Fritzing* guna untuk memastikan setiap komponen bekerja dengan baik sebelum diterapkan pada perangkat fisik. Dari sisi perangkat lunak, sistem ini dirancang melalui pembuatan *flowchart*, pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE, serta dengan platform IoT. Untuk saat ini, data ditampilkan melalui serial monitor Arduino. Ke depannya, penelitian ini akan memanfaatkan platform IoT *Firebase* sebagai platform utama untuk integrasi dan *monitoring* alat. Dengan implementasi teknologi ini, mesin penyortir telur diharapkan mampu menghadirkan solusi yang lebih canggih dan efisien dalam *monitoring* dan penyortiran telur. Selain itu, inovasi ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap industri peternakan dan produsen telur sehingga dapat memasarkan kualitas telur yang jauh lebih baik dan terjaga, sejalan dengan perkembangan teknologi digital di era modern.

2.2 Diagram Blok Alat Penyortir telur

Alat penyortir ini dimanfaatkan untuk menentukan kualitas telur, kualitas telur ditentukan berdasarkan beberapa indikator yang dapat diukur, yaitu bobot telur dan indeks *Haugh Unit* [3]. Bobot telur yang diukur merupakan telur kecil dan besar sedangkan *Haugh Unit* menggabungkan pengukuran tinggi putih telur dengan berat telur untuk memberikan ukuran objektif terhadap kualitas keseluruhan. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan telur dengan kualitas lebih baik. Diagram blok sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok alat penyortiran telur.

Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang bersifat *open-source*, yang terdiri dari perangkat keras dengan *System on Chip* (SoC) ESP8266 [4]. NodeMCU dilengkapi 17 pin GPIO yang dapat dihubungkan dengan berbagai komponen elektronik lainnya agar dapat terhubung dengan platform IoT.

Alat ini dirancang menggunakan sensor *load cell* sebagai alat pengukur bobot telur. Proses penimbangan pada sensor ini menimbulkan gaya elastis yang sangat sensitif [5]. Regangan tersebut akan

menimbulkan gaya dan akan diubah ke dalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* yang ada pada *load cell*. Sensor ini juga dihubungkan pada modul HX711 sebagai komponen yang akan melakukan *conversion* sinyal analog ke digital (ADC) dengan presisi 24-bit. HX711 dirancang khusus untuk digunakan pada sensor timbangan digital dalam aplikasi kontrol *industry* yang terhubung dengan sensor tipe jembatan [6]. HX711 berfungsi sebagai modul timbangan yang bekerja dengan cara mengubah perubahan resistansi menjadi besaran tegangan melalui rangkaian internalnya.

Penggunaan sensor LDR pada alat ini untuk mengukur nilai resistansi yang dipantulkan melalui permukaan telur. Sensor LDR merupakan sensor yang mengubah nilai hambatannya karena pengaruh cahaya [7]. Besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR akan memengaruhi besarnya nilai hambatan yang dideteksi oleh sensor LDR. Ketika cahaya redup, nilai resistansi LDR akan meningkat, sedangkan saat cahaya terang resistansinya akan menurun. Kemudian terdapat sensor *infrared*, sensor ini merupakan komponen optoelektronik yang sensitif terhadap radiasi dengan panjang gelombang inframerah antara 780 nm hingga 50 μm [8]. Sensor ini berfungsi untuk memastikan sekaligus sebagai penjumlah telur yang melewati pengkategorian telur. Saat ini, sensor IR banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti detektor gerakan yang digunakan untuk menyalakan lampu otomatis di gedung atau sistem alarm untuk mendeteksi penyusup.

Sistem ini juga dirancang menggunakan beberapa aktuator untuk melancarkan penyortirannya. Terdapat HPL yang merupakan salah satu jenis LED yang mampu memancarkan cahaya [9]. LED termasuk dalam keluarga dioda dan dibuat dari bahan semikonduktor. Warna cahaya yang dihasilkan oleh LED ditentukan oleh jenis bahan semikonduktor yang digunakan. HPL merupakan jenis LED yang dapat menghasilkan intensitas cahaya lebih tinggi dibandingkan dengan jenis LED lainnya.

Alat ini menggunakan motor servo sebagai pembuka dan penutup jalur di setiap pengkategorian. Motor servo adalah motor dengan sistem umpan balik tertutup, dengan posisi motor akan dilaporkan kembali ke rangkaian kontrol internalnya. Motor ini terdiri dari motor utama, rangkaian gigi, potensiometer, dan rangkaian kontrol [10]. Potensiometer berfungsi untuk membatasi sudut putaran servo, sementara sudut putaran poros motor servo diatur oleh lebar pulsa yang dikirim melalui pin sinyal pada kabel motor. Motor servo memiliki prinsip kerja yang bisa bergerak ke dua arah, yaitu searah jarum jam (*clock wise*) dan berlawanan arah jarum jam (*counter clock wise*) [11]. Arah serta sudut putaran rotornya dapat diatur dengan mengontrol *duty cycle* dari sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) pada pin kontrolnya.

Selain itu, ada juga Motor DC. Motor DC adalah jenis motor yang berfungsi untuk mengubah energi listrik arus searah menjadi energi gerak atau tenaga mekanik [12]. Motor ini sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan torsi awal yang tinggi atau percepatan yang stabil pada rentang kecepatan yang luas.

Sebagai indikator cahaya terdapat LED yang berfungsi sebagai indikator cahaya telur bagus dan busuk pada alat. LED adalah komponen semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik ketika dialiri tegangan maju. Sama seperti dioda pada umumnya, LED memiliki tegangan kerja tertentu yang harus dipenuhi agar dapat beroperasi [13]. Namun, jika tegangan yang diberikan terlalu tinggi, meskipun dalam arah tegangan maju, LED dapat mengalami kerusakan atau terbakar.

Sedangkan sebagai indikator suara pada alat terdapat *buzzer* yang akan aktif jika terdapat telur yang busuk pada proses penyortiran. *Buzzer* adalah komponen elektronik yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerjanya mirip dengan *loud speaker*. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terhubung pada diafragma [14]. Ketika kumparan dialiri arus listrik, kumparan berubah menjadi elektromagnet yang akan bergerak masuk atau keluar tergantung pada arah arus dan polaritas magnet.

Alat juga dirancang menggunakan konveyor sebagai penggerak telur menuju area pengkategorian. Alat ini menggunakan *belt conveyor* sebagai penggerak. *Belt conveyor* adalah alat transportasi yang digunakan untuk memindahkan muatan, baik dalam bentuk satuan maupun tumpahan, secara horizontal atau dengan kemiringan tertentu [15]. Alat ini digunakan untuk menghubungkan satu sistem operasi ke sistem operasi lain dalam sebuah lini proses produksi, dengan *belt* sebagai media pengangkut muatannya.

Di masa mendatang, sistem ini akan dirancang menggunakan platform IoT dengan platform Firebase. Firebase adalah platform yang dikembangkan oleh Google untuk mempermudah pengembangan aplikasi, khususnya dalam menangani kebutuhan server [16]. Platform ini menawarkan berbagai fitur lengkap, seperti autentikasi pengguna, *firestore database*, *realtime database*, *google cloud messaging*, hingga kemampuan *machine learning*.

NodeMCU ESP8266 digunakan agar mikrokontroler dapat terhubung ke internet, sehingga data dapat dikirim ke *cloud* atau *Firebase* dan ditampilkan di platform untuk pemantauan secara *real-time*. Sensor yang digunakan untuk mengukur berat adalah *load cell* yang terhubung dengan modul HX711. Sementara itu, untuk mendeteksi kualitas telur digunakan sensor LDR yang berfungsi untuk mengukur resistansi cahaya yang dipantulkan oleh HPL. Produsen akan meletakkan telur di tempat yang telah disediakan. Sensor berat kemudian mengukur bobot telur, sementara HPL menyala, diikuti oleh sensor LDR yang membaca resistansi cahaya yang dipantulkan oleh telur. Proses ini berlangsung sesuai dengan pengaturan waktu dan jeda (*delay*) yang telah diprogram pada Mikrokontroler. Hasil pengukuran berat dan kondisi telur tersebut akan dikirim ke mikrokontroler untuk ditampilkan pada platform IoT secara *real-time*. Kemudian NodeMCU ESP8266 mengirimkan perintah kepada servo pertama untuk mendorong telur memasuki jalur penyortiran yang telah disediakan.

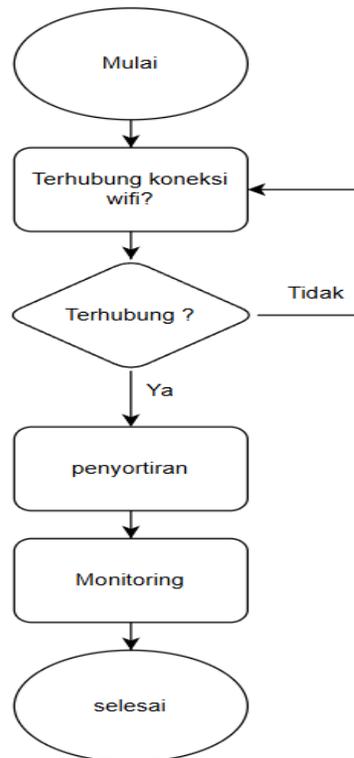
Telur bergerak melalui jalur conveyor yang digerakkan oleh motor DC menuju area penyortiran. Untuk telur busuk, *conveyor* berjalan langsung tanpa adanya gerbang yang membuka atau menutup jalur. Sementara itu, telur bagus akan disortir berdasarkan kategori bobot, yaitu ≥ 50 gram dan < 50 gram. ESP8266 mengirimkan sinyal pada servo untuk membuka gerbang pada jalur yang sesuai dengan kategori berat telur.

Telur yang terdeteksi dalam kondisi baik akan memicu LED hijau menyala sebagai indikator. Sebaliknya, jika telur terdeteksi busuk, LED merah menyala. Selain itu, *buzzer* berbunyi setiap kali proses pemeriksaan telur selesai dan penyortiran dilakukan dengan benar.

2.3 Diagram Alir Alat Penyortir Telur

Diagram alir seluruh proses yang dilakukan oleh alat penyortir ini dapat dilihat pada gambar 3. Berikut merupakan penjelasan sistem kerja perancangan pada gambar 3:

1. Alat penyortir dihidupkan dan NodeMCU ESP8266 akan terhubung ke jaringan Wi-Fi menggunakan program yang telah dibuat dan mendapatkan daya dari laptop.



Gambar 3. Diagram alir sistem secara umum.

2. Setelah semua telah terhubung pada platform IoT, telur sudah dapat dimasukkan pada alat penyortir dan melakukan proses penyortiran.
3. Telur diletakkan di tempat telur yang sudah disediakan terdapat sensor *load cell*, HPL, serta LDR, kemudian sistem mengukur dan melakukan monitoring terhadap telur yang sudah diletakkan.
4. Sensor *load cell* dan LDR pada alat mengukur berat dan intensitas cahaya telur kemudian mengirimkannya ke platform IoT untuk melakukan proses penyortiran.
5. Jika telur bagus dengan bobot ≥ 50 -gram, motor servo 2 membuka jalur sekaligus menutup jalur telur kategori besar dengan kondisi yang baik.
6. Jika telur bagus dengan bobot < 50 -gram, motor servo 3 membuka jalur sekaligus menutup jalur telur kategori kecil dengan kondisi yang baik.
7. NodeMCU ESP8266 mengolah nilai dari sensor LDR untuk menentukan kondisi telur jika nilai cahaya < 500 , maka telur tersebut adalah telur bagus, namun jika nilai intensitas yang didapat ≥ 500 , maka telur tersebut dalam keadaan busuk.
8. Jika telur yang diukur merupakan telur yang busuk, maka gerbang pada jalur alat tidak terbuka, sehingga telur diarahkan pada tempat telur yang busuk.
9. Ketika nilai dari proses penentuan kondisi telah didapatkan, motor servo 1 bergerak mendorong telur masuk ke dalam jalur.
10. LED hijau menyala untuk telur yang bagus dan telur merah menyala untuk telur yang busuk.
11. *Buzzer* bunyi saat adanya telur yang dideteksi dalam keadaan busuk.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam studi awal di perancangan sistem ini, beberapa pengujian telah dilakukan untuk mendapatkan kinerja sensor *load cell* dan LDR yang digunakan sebagai data masukan sistem. Parameter kinerja sensor *load cell*

adalah berat telur. LDR akan mendeteksi cahaya yang diberikan ke telur. Data hasil deteksi cahaya akan diolah oleh mikrokontroler menjadi data intensitas cahaya. Keluaran sistem pembukaan dan penutupan jalur sortir, sehingga telur dengan berat tertentu dapat dikelompokkan menjadi satu wadah. Selain itu, telur yang busuk juga akan dipisahkan dari telur yang kondisinya baik. Pengujian jalur sortir akan dilakukan pada pengujian tahap berikutnya.

3.1 Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian pada sensor *load cell* ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat mengukur secara sensitif dan akurat terkait bobot telur yang disortir, sehingga telur dapat diarahkan sesuai jalur yang telah ditetapkan sesuai rancangan alat yang sudah dibuat. Sensor ini diletakkan tepat di bawah tatakan telur sehingga memungkinkan pengukuran yang cepat dan akurat. Data pada tabel 1 menunjukkan hasil pengujian bobot telur yang dibandingkan dengan timbangan digital.

Tabel 1. Hasil perbandingan bobot telur

No Telur	Rata-rata nilai sensor <i>load cell</i> (gram)	Hasil timbangan digital (gram)	Error (%)
1	58,1	58	0,17
2	46,3	46	0,65
3	60,2	60	0,33
4	61,6	62	0,65
5	62,3	63	1,11
Rata-rata error (%)			0,58

Dari hasil perbandingan di tabel 1, terlihat bahwa nilai berat dari *load cell* dan timbangan ada sedikit perbedaan. Pengujian dilakukan setelah melalui proses kalibrasi. Nilai rata-rata *error* sebesar 0,58% menunjukkan bahwa *load cell* telah bekerja dengan baik dan pengukuran berat telah memenuhi standar yang diperlukan di dalam perancangan alat. Perancangan konektivitas dan konfigurasi antara *load cell* dengan mikrokontroler sudah benar. Pemrograman mikrokontroler juga sudah bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan di dalam sistem. Konfigurasi ini siap dipasang sebagai bagian sistem secara keseluruhan.

Tabel 2 menunjukkan pergerakan jalur telur dalam kategori bobot telur yang diarahkan dengan sesuai penomoran servo seperti ditunjukkan di gambar 1. Data di tabel 2 menunjukkan bahwa telur yang memiliki berat ≥ 50 gram akan diarahkan menuju jalur servo 2, sedangkan telur yang memiliki berat > 50 gram akan diarahkan menuju jalur servo 3. Motor servo telah bekerja sesuai perancangan dan telur diharapkan dapat disortir sesuai jalur bobot yang telah ditetapkan. Dengan demikian, perancangan konektivitas dan konfigurasi antara *load cell*, mikrokontroler, dan motor servo sudah benar dan mencapai tujuan dari dibuatnya alat. Konfigurasi ini juga sudah siap dipasang sebagai bagian sistem secara keseluruhan.

Tabel 2. Hasil pengujian jalur bobot telur

No Telur	Berat telur (gram)	Nomor motor servo ON
1	58,1	2
2	46,3	3
3	60,2	2
4	61,6	2
5	62,3	2

3.2 Pengujian Sensor LDR

Pengujian sensor ini dilakukan dengan menggunakan HPL yang tepat diarahkan di bawah telur pada cahaya ruangan yang memiliki resistansi cahaya ruangan sebesar 960 lux. Pengujian untuk telur yang busuk pada penelitian ini dilakukan menggunakan telur yang di bagian permukaan telur diberi selotip hitam, sehingga dapat memudahkan pengukuran. Hasil pengujian LDR dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor LDR

No Telur	Sensor LDR (lux)	Kondisi telur
1	474	Bagus
2	435	Bagus
3	656	Busuk
4	469	Bagus
5	830	Busuk

Pengujian sensor LDR ini menghasilkan nilai lux yang tidak menentu. Salah satu penyebabnya adalah kondisi cahaya ruangan. Pengujian juga dilakukan dengan satu telur busuk sebagai patokan untuk menentukan nilai LDR yang diukur. Tabel 2 menunjukkan jika nilai lux kurang dari 500 lux, mikrokontroler akan mengolah nilai ini dan memutuskan bahwa telur yang diuji merupakan telur bagus. Jika nilai lux lebih dari 500 lux, maka telur yang diuji merupakan telur yang busuk.

Pengujian LDR ini masih menghasilkan data sementara. Untuk mendapatkan hasil yang benar-benar valid, perlu ada pengujian lanjutan dengan jumlah telur yang lebih banyak. Semakin banyak pengujian, maka hasil penyortiran telur busuk akan semakin akurat.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap alat sistem sortir telur, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat sistem sortir ini dapat mendeteksi berat telur dengan membaca data keluaran yang dihasilkan oleh *load cell*. *Load cell* telah bekerja dengan baik dan mempunyai rata-rata *error* sebesar 0,58% dibandingkan dengan timbangan standar.
2. Motor servo dapat bekerja dengan baik untuk memilah dan mengarahkan telur ke wadah yang ditentukan berdasarkan berat. Jika berat telur ≥ 50 -gram maka motor servo 2 ON dan membuka jalur. Sedangkan jika < 50 gram, maka motor servo 3 ON dan membuka jalur.
3. Sistem sortir telur ayam mampu memilah telur busuk dari telur bagus dengan mengolah data intensitas cahaya yang dipantulkan oleh telur dan dideteksi dengan LDR. Nilai ambang intensitas cahaya adalah 500 lux. Pengujian ini masih perlu dilakukan lagi untuk mendapatkan hasil sortir yang akurat.

5. Referensi

- [1] D. T. R. Hurek *et al*, "Tips memilih dan menyimpan telur yang aman untuk dikonsumsi," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 88–93, 2021.
- [2] A. A. Firdaus, M. T., P. S. T., M. T., and A. S. S. T., "Sistem sortir telur berbasis Arduino," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 7, no. 2, pp. 165–177, 2021.
- [3] P. Trinitariyani, A. Winarso, and A. I. R. Detha, "Pengaruh suhu dan lama penyimpanan pada kualitas fisik dan mikrobiologis telur ayam ras," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 6, no. 25, pp. 1–10, 2022.
- [4] A. B. P. Manullang, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Implementasi NodeMCU ESP8266 dalam rancang bangun sistem keamanan sepeda motor berbasis IoT," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronika*, vol. 4, no. 2, pp. 163–170, 2021.

- [5] A. Wibowo and L. A. Supriyono, "Analisis pemakaian sensor LoadCell dalam perhitungan berat benda padat dan cair berbasis microcontroller," Jurnal (jika ada nama jurnal, tambahkan di sini), vol. 12, no. 1, pp. 1–4, 2019.
- [6] Y. Mukhammad, A. Santika, and S. Haryuni, "Analisis akurasi modul amplifier HX711 untuk timbangan bayi," Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia, vol. 4, no. 1, pp. 24–28, 2022.
- [7] Desmira, D. Aribowo, G. Priyogi, and S. Islam, "Aplikasi sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk efisiensi energi pada lampu penerangan jalan umum," Jurnal PROSISKO, vol. 9, no. 1, pp. 21–29, 2022.
- [8] L. Pitriyanti, Y. Saragih, and U. Latifa, "Implementasi modul infrared pada rancang bangun smart detection for queue automatic berbasis IoT," Jurnal POLEKTRO, vol. 11, no. 2, pp. 188–193, 2022.
- [9] I. N. G. Suryadinatha, D. M. S. Jonatha, and M. K. Anam, "Desain Smart High Power LED (HPL) untuk kontrol pencahayaan aquascape berbasis Internet of Things," RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), vol. 5, no. 1, pp. 73–80, 2022.
- [10] W. Styorini, N. N. Anisah, N. Harpawi, and M. Suhairi, "Alat penyortir telur bebek otomatis berdasarkan bobot," Jurnal Amplifier, vol. 14, no. 1, pp. 70–77, 2024.
- [11] S. Wardoyo, J. Saepul, and A. S. Pramudyo, "Rancang bangun alat uji karakteristik motor DC servo, battery, dan regulator untuk aplikasi robot berkaki," SETRUM, vol. 2, no. 2, pp. 54–59, 2013.
- [12] S. Hartanto, "Tegangan motor DC terhadap berat barang pada ban berjalan," Jurnal Elektro, vol. 10, no. 2, pp. 174–181, 2022.
- [13] J. W. Simatupang, F. H. Santoso, S. D. Afristanto, R. Brasmoto, and H. B. Maheli, "Lampu LED sebagai pilihan yang lebih efisien untuk lampu utama sepeda motor," Jurnal Kajian Teknik Elektro, vol. 6, no. 1, pp. 20–26, 2021.
- [14] Dadi, Supriyati, A. A. Putri, and N. H. B. Pratama, "Alat pengaman kendaraan bermotor berbasis Internet of Things," ORBITH, vol. 19, no. 3, pp. 231–243, 2023.
- [15] S. S. Wibowo, A. Manaf, and T. Umar, "Analisis pembebanan belt conveyor menggunakan motor induksi 3 fase 1,5 kW dan VSD sebagai speed controller," Jurnal Teknik, vol. 8, no. 1, pp. 91–96, 2020.
- [16] R. A. Setyawan, "Penerapan Firebase Realtime Database pada aplikasi catatan harian diabetes melitus," Jurnal Informatika Komputer, vol. 22, no. 1, pp. 1–9, 2024.
Firebase | Reliable IoT Platform <https://console.firebase.google.com/u/0/project/penyortir-telur-74462/overview?hl=id> (diakses pada tanggal 11 Desember 2024)