

RANCANG BANGUN SISTEM RAK PENETAS TELUR OTOMATIS MENGUNAKAN RTC (*REAL TIME CLOCK*) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINIO MEGA 2560

**AUTOMATIC EGG HATCHER SYSTEM DESIGN USING RTC (REAL TIME CLOCK) BASED
ON ARDUINO MEGA 2560 MICROCONTROLLER**

Danar Zidni Ilman*¹, Arief Wisnu Wardhana², Daru Tri Nugroho³

*Email: danar.ilmann@mhs.unsoed.ac.id

¹²³Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Abstrak— Penetasan telur adalah upaya hewan ovipar (termasuk didalamnya adalah ayam) dalam mempertahankan populasinya, yaitu dengan cara bertelur. Pada prosesnya penetasan bisa dilakukan dengan cara alami ataupun buatan dengan bantuan mesin penetasan telur. Prinsip kerja mesin penetas telur adalah tiruan dari keadaan alami proses pengeraman indukan terhadap telurnya. Maka dari itu alat penetas telur menyediakan berbadai kondisi layaknya pengeraman alami. Kondisi yang perlu diperhatikan salah satunya adalah pemutaran telur (Egg Turning) yang bertujuan agar embrio dalam telur dapat berkembang dengan semestinya hingga telur dapat menetas. Pemutaran telur dilakukan secara berkala pada frekuensi waktu tertentu. Untuk memudahkan pengoperasian mesin penetas diperlukan rancangan rak penetas otomatis. Tipe rak ayun digunakan karena metode ini yang umum digunakan pada mesin penetas skala industri. Untuk pergerakan rak ayun ini menggunakan aktuator linier elektrik yang dalam kerjanya memerlukan driver motor agar gerakan bisa bolak-balik. Pemicu driver motor menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 dengan input perwaktuan RTC 3231. Untuk memudahkan pengoperasian mesin penetas diperlukan rancangan rak penetas otomatis. Dalam perancangan tipe rak ayun menjadi pilihan karena metode ini umum digunakan pada mesin penetas skala industri. Untuk pergerakan rak ayun ini menggunakan aktuator linier elektrik yang dalam kerjanya memerlukan driver motor agar terdapat gerakan bolak-balik. Pemicu driver motor menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 dengan input perwaktuan RTC 3231. Terdapat 3 fitur otomatis yaitu diantaranya jeda sebagai interval waktu pergerakan rak, DayOn sebagai hari mulainya pemutaran telur, dan DayOff sebagai hari terakhir pemutaran telur.

Kata kunci — Mesin Penetas Telur, Rak Goyang (ayun), Aktuator linier elektrik, Driver Motor Relay, RTC (Real Time Clock).

Abstract— Hatching eggs is an effort of oviparous animals to maintain their population. The hatching process can be done naturally or artificially with the help of an egg incubator. The working principle of the egg incubator is an imitation of the natural state of the broodstock incubation process for the eggs. Therefore the egg incubator provides various conditions such as natural incubation. One of the conditions that need to be considered is egg turning, which aims to ensure that the embryo in the egg can develop properly until the egg can hatch. Egg turning is carried out periodically at certain time intervals. To facilitate the operation of the incubator, an automatic incubator rack design is needed. In designing the swing rack type, it is an option because this method is commonly used in industrial scale incubators. For the movement of this swing rack using an electric linear actuator which in its work requires a motor driver so that there is an alternating movement. The motor driver trigger uses an arduino mega 2560 microcontroller with an RTC 3231 timing input. There are 3 automatic features, including Jeda as the racks movement time interval, DayOn as the start day of egg turning, and DayOff as the last day of egg turning.

Keywords — Egg Incubator, Rocking Rack (swing), Electric linear actuator, Driver Motor Relay, RTC (Real Time Clock)..

I. PENDAHULUAN

Penetasan telur adalah upaya hewan ovipar dalam mempertahankan populasinya, yaitu dengan cara bertelur. Pada prosesnya penetasan bisa dilakukan dengan cara alami ataupun buatan dengan bantuan mesin penetasan telur, sehingga dapat memunculkan individu-individu baru [1].

Prinsip kerja mesin penetas telur adalah tiruan dari keadaan alami proses pengeraman indukan terhadap telurnya. Maka dari itu alat penetas telur menyediakan berbagai kondisi layaknya pengeraman alami. Kondisi yang perlu diperhatikan diantaranya temperatur, kelembaban, sirkulasi udara serta pemutaran telur (Egg Turning) yang menyerupai kondisi indukan yang mengerami telurnya, agar embrio dalam telur dapat berkembang dengan semestinya hingga telur dapat menetas [2].

Mesin penetas telur modern dibedakan dua jenis diantaranya semi-otomatis dan otomatis. Yang membedakan pada mesin tetas tersebut yaitu hanya pada pemutaran telurnya. Mesin tetas semi-otomatis dalam pemutaran telur dilakukan oleh operator secara manual, sedangkan pada mesin tetas otomatis hal tersebut dilakukan dengan bantuan sistem yang bekerja secara otomatis [1]. Tujuan dari pemutaran ini selain dapat meratakan panas pada ruang mesin tetas juga yang paling utama adalah menghindari embrio menempel ke cangkang telur. Sehingga dapat menyebabkan kegagalan embrio untuk berkembang [3].

Salah satu metode yang dapat dilakukan pada pemutaran telur secara otomatis adalah metode ayun. Pada metode ini pemutaran telur dilakukan dengan cara memiringkan telur ke kiri dan ke kanan dengan masing-masing kemiringan 45° sehingga menghasilkan total sudut 90° . Pada implementasinya metode ini dengan penggerak linier sering dipakai pada mesin tetas skala besar dan industri dengan kapasitas lebih dari 500 butir [3].

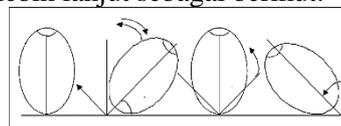
Selain menggunakan tenaga hidrolik Metode ayun juga dapat digerakkan menggunakan aktuator linier elektrik dengan sumber tenaga motor DC. Penggunaan aktuator linier elektrik terhitung lebih murah dibandingkan menggunakan tenaga hidrolik. Aktuator linier elektrik dapat didefinisikan sebagai perangkat bertenaga motor yang dapat menciptakan gerakan lurus (maju atau mundur). Dikarenakan pola gerakan pemutaran telur perlu adanya gerakan bolak-balik maka aktuator linier ini memerlukan driver untuk mengontrol arah putar motor DC sebagai sumber tenaganya.

Melihat hal tersebut peneliti tertarik untuk melakukan perancangan sistem rak tetas bertingkat dengan aktuator linier elektrik secara otomatis menggunakan RTC (Real Time Clock) berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560. Serta perancangan driver motor DC dengan menggunakan relay 5V SPDT. Sistem penggerak rak telur ini bekerja secara otomatis sesuai setting waktu yang terjadwal, yang dapat diatur sesuai waktu yang diinginkan. Sehingga memudahkan para peternak dalam proses pembalikan telur. Dengan adanya rancangan perangkat penggerak telur otomatis diharapkan semakin meringankan para peternak dalam pengoperasian alat penetas telur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

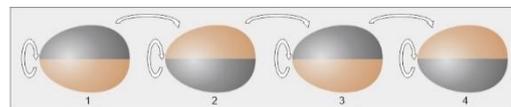
A. Pola Gerakan Telur Pada Mesin Penetas Telur

Pemutaran/membalikan telur tetas bertujuan agar mencegah menempelnya embrio (kuning telur) pada sel membran (membran kulit telur) yang akan menurunkan daya tetas [4]. Pada mesin tetas otomatis, secara garis besar pola gerakan telur pada mesin tetas dibagi 2 yaitu, pola gerakan dimiringkan dan diputar [3]. Pola gerakan pada telur ini dipengaruhi oleh desain rak otomatis yang digunakan. Untuk penjelasan lebih lanjut sebagai berikut.



Gambar-1. Pola Egg Turning Dimiringkan [5]

Pertama ada pola gerakan dimiringkan, pada pola ini telur di posisi kan secara vertikal dengan bagian tumpul telur diletakan sebelah atas, kemudian dalam pergerakannya telur dimiringkan ke kiri dan kekanan masing-masing maksimal 45° dengan total pembalikan maksimal 90° seperti pada Gambar-1 [5].



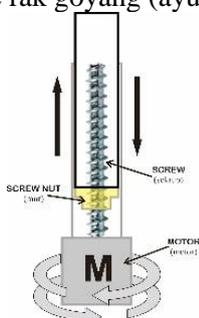
Gambar-2. Pola Egg Turning Diputar.

Kedua pola gerakan diputar, pada pola ini telur diposisikan secara horizontal, kemudian dalam pergerakannya telur diputar 180° ke kiri dan ke kanan atau bahkan bisa hanya ke satu arah aja yaitu kiri atau kanan, karena tetap akan menghasilkan putaran telur yang merata secara berkala, seperti terlihat pada Gambar-2. Telur berawal dari posisi 1 di putar sebanyak 180° hingga seperti posisi 2 di mana yang tadinya bagian atas ke bawah dan yang tadinya bagian

bawah ke atas, dan gerakan ini terus berkala seperti itu selama masa pengeraman telur.

B. Aktuator Linier Elektrik

Aktuator linier dapat didefinisikan sebagai perangkat yang dapat menciptakan gerakan lurus (maju atau mundur). Dalam mengonversi gerakan linier tersebut terdapat beberapa sumber tenaga salah satunya aktuator linier elektrik yang di mana gerakan rotasi dari motor DC melalui sistem *screw/nut* (sekrup/mur) [6] seperti terlihat pada Gambar-3. Dewasa ini linier aktuator secara umum telah diaplikasikan di berbagai bidang salah satunya di bidang peternakan yaitu sebagai penggerak pada rak tetas telur tipe rak goyang (ayun).



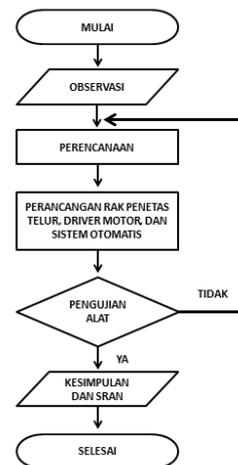
Gambar-3. Aktuator Linier Elektrik.

C. RTC DS3231

DS3231 adalah salah satu chip yang digunakan oleh RTC yang memiliki akurasi yang tinggi yaitu di sekitaran kurang lebih 2 menit per tahun. Data yang didapat selain perwaktuan yang menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal secara otomatis yang telah disesuaikan dengan hitungan kabisat, Jam oprasional yang dapat digunakan selain dalam format 24 jam bisa juga menggunakan format 12 jam dengan indikator AM/FM. Fitur yang paling penting juga tersedia di chip DS3231 yaitu sistem otomatis switch ke sumber baterai ketika sumber utama terputus jadi data perwaktuan yang didapat akan tetap tersimpan [7].

III. METODE

Sebuah sistem otomatis yang baik dapat memberikan kemudahan terhadap penggunaannya maka dari itu dibutuhkan analisis kebutuhan dengan cara studi *literature* serta diskusi dengan para praktisi, di mana sistem otomatis akan dibangun dengan metode perancangan dan metode eksperimen, dengan tahap-tahapan sebagai berikut.



Gambar-4 Diagram Alir Penelitian.

1) Tahap Observasi

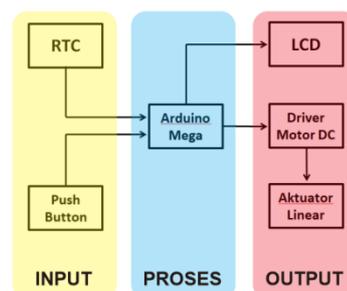
Tahap observasi adalah tahap awal dalam perancangan sistem penggerak rak otomatis. Tahap ini dilakukan dengan cara studi *literature* yang bersumber dari buku dan jurnal. Diskusi dengan para praktisi dibidang penetasan juga peneliti lakukan agar menambah literasi. Tahap ini bertujuan untuk memahami kebutuhan dari perancangan dan eksperimen yang akan lakukan agar apa yang dibuat bisa sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh penggunaannya.

2) Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan merupakan penentuan metode apa yang akan diambil dalam penyelesaian masalah dari hasil obeservasi.

3) Tahap Perancangan

Tahap ini adalah pembuatan desain sistem rak penetas otomatis. Pada tahan ini akan menghasilkan rancangan rak penetasan tipe goyang (ayun) dengan metode pemutaran dimiringkan, rancangan driver motor relay 5V SPDT, dan rancangan program sistem otomatis.



Gambar-5. Blok Diagram Sistem Rak Penetas Telur Otomatis.

Secara garis besar sistem otomatis dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu ada input, proses dan output. Di mana di sistem rak otomatis ini memiliki input perwaktuan yang berasal dari RTC (*Real Time Clock*), dan Push Button sebagai input set point. Data input yang di dapat kemudian di proses oleh mikroprosesor arduino mega 2560, sehingga membuat perintah output kepada driver motor relay 5V SPDT yang akan mengontrol arah gerak aktuator linier sebagai penggerak rak penetas.

4) Tahap Pengujian Alat

Tahap ini merupakan lanjutan dari perancangan perangkat. Setiap perangkat dan sistem yang sudah di buat perlu di uji, diantara driver motor relay 5V SPDT dan sistem otomatis rak penetas telur secara keseluruhan. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui sistem relah berjalan sesuai dengan perencanaan atau tidak.

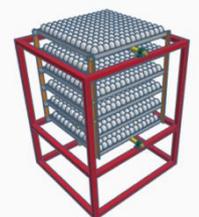
5) Tahap Akhir

Pada tahap akhir penelitian akan menyimpulkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rak Penetas Telur

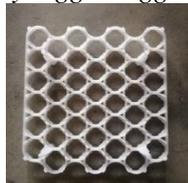
1) Desain Rak Penetas Telur



Gambar-6. Desain Rak penetas Telur Metode Ayun (Goyang) Pada Mesin penetas E-Tas.

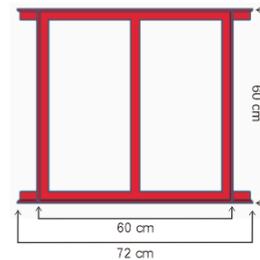
Pada Gambar-6 menunjukkan rancangan rak penetas telur ini berkapasitas 1008 sebanyak 6 tingkat dengan kapasitas per tingkat 168 butir telur. Perancangan dilakukan menggunakan software thinkercad 3D. perancangan pada software ini dapat dilakukan secara online.

2) Desain Rak Penyanggah Egg Tray



Gambar-7. Egg Tray 6 x 7.

Pada Gambar-7 menunjukkan *egg Tray* (nampan telur) yang digunakan sebagai tempat menyimpan telur pada sistem rak penetas telur dengan bertujuan agar telur bisa disimpan secara horizontal. *Egg tray* berkapasitas 42 telur, dengan ukuran panjang 30 cm dan lebar 30 cm. Kemudian *egg tray* akan disanggah disetiap sisinya menggunakan besi siku 2 cm x 2 cm.



Gambar-8. Desain Rangka Rak Penyanggah Egg Tray Pada Rak Mesin penetas E-Tas.

Pada Gambar-8 menunjukkan rangka rak penyanggah nampan telur berukuran panjang 60 cm dan lebar 60 cm, dengan sisi kanan dan kiri diberikan ukuran lebih panjang 6 cm tiap ujung sisinya. Ini bertujuan untuk penyanggah sambungan tiap tingkat rangka raknya. Dengan rencana awal bahwa rak penetas ini berkapasitas 1008 telur dengan 6 tingkat rak, maka setiap tingkat berkapasitas 168 telur menggunakan egg tray kapasitas 42 butir telur, diambil kesimpulan bahwa setiap tingkat membutuhkan 4 egg tray. Seperti yang dijelaskan pada Gambar-7 *egg tray* yang digunakan memiliki ukuran panjang 30 cm dan lebar 30 cm. Maka penggunaan 4 *egg tray* membutuhkan ukuran rangka rak penyangga 60 cm x 60 cm.

3) Mekanisme Rak Penetas Telur



Gambar-9. Mekanisme Rak Penetas Telur Pada Mesin penetas E-Tas.

Pada Gambar-9 menunjukkan mekanisme rak sehingga dapat dimiringkan bersamaan. Rak disusun bertingkat dengan tiap tingkat dihubungkan menggunakan besi siku yang pasang secara vertikal. Sambungan antar tingkat yang dihubungkan ke besi siku tidak sambung menggunakan pengelasan, akan tetapi disambung menggunakan baut dan mut, seperti pada gambar diatas. Penyambungan ini juga tidak dilakukan sekuat-kuatnya tapi masih diberikan kelonggaran agar sambungan bisa bergerak.



Gambar-10. Tumpuan Rak Bagian Atas dan Bawah Pada Rak Mesin penetas E-Tas.

Gambar-10 menunjukkan bahwa rak bertingkat ini memiliki tumpuan di 2 titik yaitu di atas dan di bawah saja. Tumpuan ini menggunakan besi as yang di las ke rak bagian bawah. Agar as tetap bisa berputar meskipun sudah di las ke rak, maka digunakan lah *pillow block bearings*.

4) Aktuator Linier Elektrik

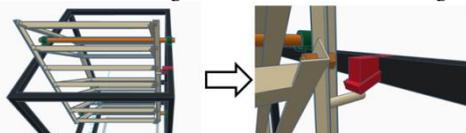
Aktuator linier elektrik digunakan sebagai pendorong dan penarik rak yang akan dirancang sehingga menghasilkan gerakan ayun (goyang). Aktuator linier elektrik yang digunakan produk dari matrix tipe harl -3618+. Aktuator ini tujuan awalnya digunakan sebagai penggerak antena parabola. Tapi pada penelitian ini digunakan sebagai penggerak rak penetas telur. Gerakan linier ke atas (mendorong) dihasilkan oleh putaran motor se arah jarum jam (*clockwise*), sedangkan putaran linier ke bawah (menarik) dihasilkan oleh putaran motor berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise*).



Gambar-11. Perubahan Posisi Rak yang Disebabkan Aktuator Linier Pada Rak Mesin penetas E-Tas.

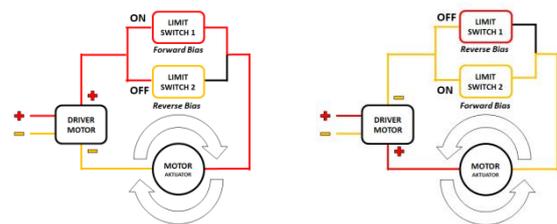
Gambar-11 menunjukkan gerakan linier dari aktuator akan memberikan perubahan posisi kemiringan rak penetas. Gerakan linier ke atas (mendorong) aktuator yang ditempatkan di sisi kanan akan memberikan perubahan posisi kemiringan ke sudut 45° di sisi kanan, sedangkan jika gerakan linier ke bawah (menarik) akan memberikan perubahan posisi kemiringan ke sudut 45° di sisi kiri.

5) Limit Switch Sebagai Pembatas Kemiringan Rak



Gambar-12. Limit Switch Sebagai Pembatas Kemiringan Pada Rak Mesin penetas E-Tas.

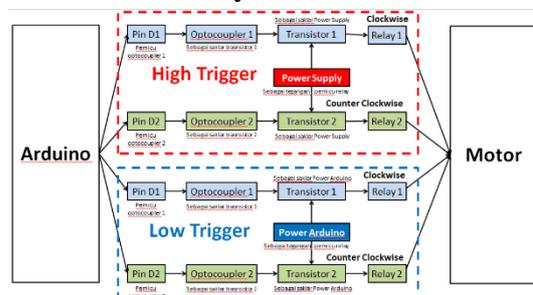
Untuk membatasi pergerakan rak pada kemiringan 45° di sisi kanan atau -45° di sisi kiri menggunakan 2 limit switch dipasang pada sisi kiri dan kanan. Seperti pada gambar-12 di atas diilustrasikan yang berwarna merah adalah limit switch. Ketika rak dimiringkan sampai ketinggian tertentu, sehingga penghalang yang dipasang pada besi siku vertikal penghubung antar rak memicu limit switch, dan kemudian menghentikan akutuatur sebagai pendorong rak pada kemiringan yang sudah ditentukan. Untuk mekanisme rangkaian 2 limit switch yang dapat memotong tegangan masuk akan dibahas pada penjelasan berikut ini.



Gambar-13. Sistem Kerja Limit Switch Sebagai Pembatas Kemiringan.

Gambar-13 menunjukkan *limit switch 1* bersifat *forward bias* pada tegangan positif tapi *reverse bias* pada tegangan negatif. Sedangkan pada *limit switch 2* bersifat *forward bias* pada tegangan negatif tapi *reverse bias* pada tegangan positif. Secara sederhana *limit switch 1* sebagai jalur satu arah tegangan positif (+V) dan *limit switch 2* sebagai jalur satu arah tegangan negatif (Ground). Maka mengacu pada pembahasan sub bab tentang aktuator linier elektrik sebagai penggerak rak, penempatan pembatas tegangan dengan *limit switch* seperti pada gambar-12 jalur *limit switch 1* akan ditempatkan pada sisi kanan dan jalur *limit switch 2* akan ditempatkan pada sisi kiri.

B. Driver Motor Relay 5V SPDT



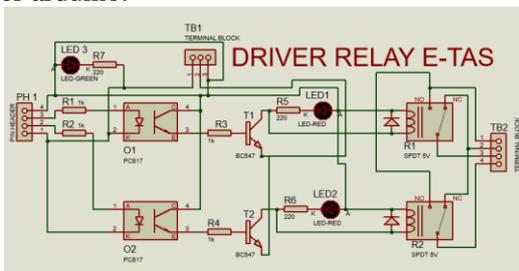
Gambar-14. Diagram Blok Driver Motor DC Relay 5V SPDT.

Driver motor DC menggunakan relay 5V SPDT yang dirancang hanya dapat mengontrol arah putar motor DC seperti pada Gambar-15. Terdapat 2 relay SPDT sebagai komponen utama pengubah arah arus

masuk ke motor DC. Sederhananya cara kerja dari driver motor ini yaitu memicu relay 1 akan menyebabkan motor berputar *clockwise*, dan memicu relay 2 akan menyebabkan motor berputar *counter clockwise*.

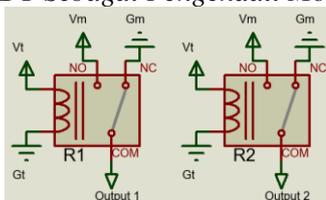
Pada sistem kerjanya driver ini, arduino sebagai mikrokontroler akan mengendalikan digital outout (pin digital) mana yang harus *high* (logika 1) dan mana yang harus *low* (logika 0). Logika 1 (*high*) pin digital arduino akan memicu optocoupler sebagai saklar (cut off) untuk transistor. Di sini transistor akan berperan sebagai saklar untuk tegangan pemicu induktansi pada relay (power supply/power arduino).

Terdapat 2 opsi pemicu relay, yaitu *high trigger* dan *low trigger*. Pada mode *high trigger* induktansi pada relay dipicu oleh power supply. Sedangkan pada mode *low trigger* induktansi pada relay dipicu oleh power arduino.



Gambar-15. Rangkaian Driver Motor DC Relay 5V SPDT.

1) Relay SPDT Sebagai Pengendali Motor



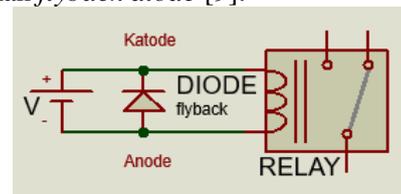
Gambar-16. Relay SPDT Sebagai Pengendali Arah Arus Masuk Motor.

Gambar-16 menunjukkan kombinasi 2 relay SPDT. Terminal NO (*Normally Open Terminal*) relay 1 disambungkan ke terminal NO relay 2 dengan input kutub tegangan positif (+), dan terminal NC (*Normally Close Terminal*) relay 1 disambungkan ke terminal NC relay 2 dengan kutub tegangan negative (-). Terminal COM pada relay 1 menjadi output 1 dan terminal COM pada relay 2 menjadi output 2.

Kombinasi 2 relay SPDT dapat menghasilkan 2 output kutub tegangan yang berubah-ubah, output 1 bisa menjadi tegangan dengan kutub (+) atau (-) begitupun pada output 2. Perubahan kutub tegangan ini dapat mengendalikan arah putar motor DC.

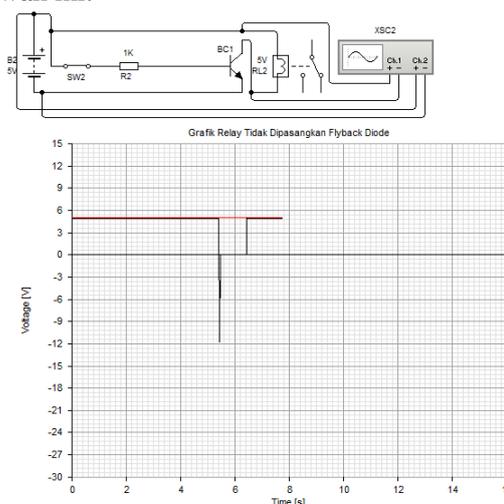
6) Flyback Diode

Dalam kerjanya relay sebagai sakelar menggunakan medan magnet untuk menarik armature (ujung tuas) pada relay sehingga merubah kontak dari posisi OFF ke ON [8]. Medan magnet yang tercipta berasal dari induktor yang diberikan aliran tegangan sehingga menyebabkan induksi medan magnet. Induksi medan magnet ini menyimpan energi sehingga ketika sakelar dibuka, aliran arus terputus, dan medan magnet mulai runtuh. Pada situasi ini induktor berubah menjadi sumber tegangan dalam beberapa saat sampai medan magnet dalam induktor benar-benar hilang. Sesuai hukum Lenz, medan magnet yang runtuh berubah menjadi sumber energi listrik tapi dalam arah yang berlawanan. Hal ini umumnya disebut dengan *back EMF* atau *counter EMF* atau *flyback voltage* (tegangan balik). Maka dari itu untuk mencegah tegangan balik dari induktor relay dibutuhkan *flyback diode* [9].



Gambar-17. Flyback Diode.

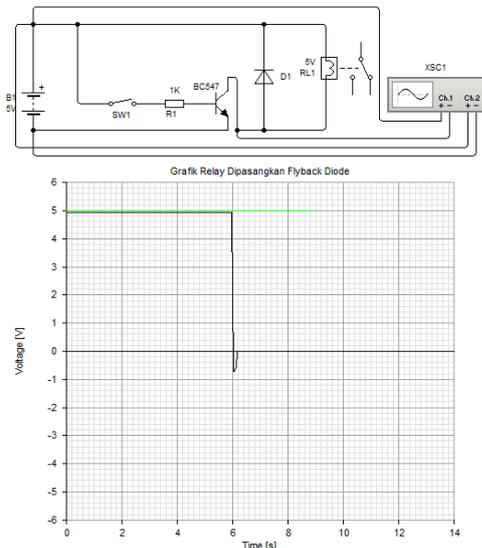
flyback diode dipasang *reverse bias* secara *inverse parallel* dengan terminal coil relay. arah tegangan positif disambungkan ke sisi *katode* dioda dan tegangan negative ke sisi *anode*. Untuk mengetahui kerja *flyback diode* secara lebih jelasnya akan di simulasikan menggunakan *software livewire* dibawah ini.



Gambar-18. Simulasi tegangan balik tanpa menggunakan flyback diode.

Gambar-18 rangkaian tanpa menggunakan *flyback diode* ketika saklar di putus beberapa saat masih ada

tegangan terbaca yaitu sekitaran 5V sampai 6V, tapi dalam keadaan arah tegangan yang terbalik. Hal ini sesuai dengan hukum lenz.



Gambar-19. Simulasi Tegangan Balik Menggunakan Flyback Diode.

Gambar-19 rangkaian menggunakan *flyback diode* ketika saklar di putus menyebabkan tegangan balik yang tersimpan di induktor relay, di tahan oleh *flyback diode*. Karena tegangan balik dalam arah berlawanan, dan dioda yang awalnya terpasang *inverse parallel (reverse bias)* berubah menjadi *forward bias*. Hal ini lah yang menjadikan tegangan tidak mengalir ke komponen lain dan tertahan di dioda yang *forward bias*.

7) Membatasi Arus Menuju Transistor BC547, Optocoupler pc817, LED Merah 3mm, LED Hijau 3mm

Pada perancangan skematik, ketentuan setiap komponen perlu diperhatikan salah satunya pembatasan arus yang masuk menuju komponen. Perhitungan pembatasan arus masuk menggunakan persamaan ohm dibawah ini.

$$R = \frac{V}{I} \tag{1}$$

$$R = \frac{(V - VF)}{I} \tag{2}$$

$$R = \frac{(V - VBE)}{I} \tag{3}$$

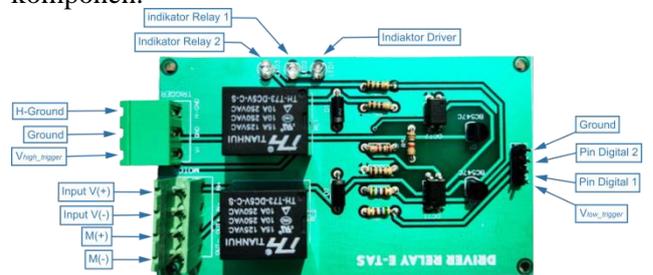
Tabel-1. Pembatasan Arus Menuju Komponen.

Nama	V	$\frac{V_{BE}}{V_F}$	I	R	Resistor yang digunakan	Data sheet
------	---	----------------------	---	---	-------------------------	------------

BC547	5 V	0,77 V	5 mA	846 Ω	1000 Ω	[10]
PC817	5 V	1,2 V	5 mA	760 Ω	680 Ω	[11]
LED Merah 3 mm	5 V	1,7 V	20 mA	165 Ω	180 Ω	[12]
LED Hijau 3 mm	5 V	2,4 V	20 mA	130 Ω	180 Ω	[13]

8) Module Driver Relay 5V SPDT E-Tas

Hasil dari perancangan skematik sirkuit dibuatlah menjadi PCB (papan sitkuit tercetak) sebagai media komponen sekaligus sirkuit penghubung antara komponen.



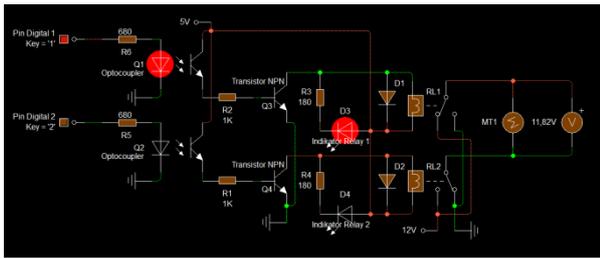
Gambar-20. Modul Driver Motor Relay 5V SPDT E-Tas.

Pada Gambar-20 menunjukan modul driver motor relay e-tas dengan 2 opsi trigger yaitu *low trigger* dan *high trigger*. *Low trigger* adalah kondisi dimana sumber pemicu relay berasal dari *power arduino* sedangkan pada *high trigger* sumber pemicu relay berasal dari *power supply*. Karena pada rancangan kali ini relay yang digunakan adalah relay 5V maka pada mode *high trigger* power supply yang digunakan berukuran 5V.

Selain terdapat tegangan pemicu driver ada juga tegangan pemicu putaran motor. Terdapat 4 terminal sebagai tegangan input dan output pemicu motor pada driver motor relay e-tas. Yang pertama 2 terminal untuk input yaitu positif (+) dan negative (-) dengan arus maksimal 10A. Kedua terminal output yaitu M(+) yang berarti terminal menuju kutub positif motor dan terminal M(-) yang berarti terminal menuju kutub negative motor.

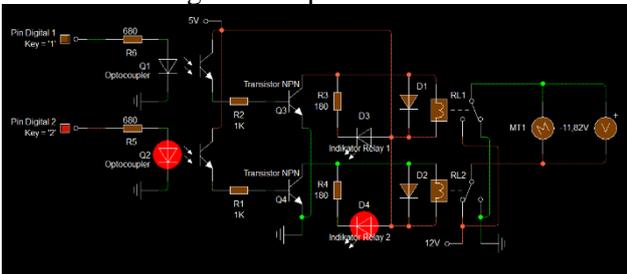
9) Uji Coba Driver Motor

Uji coba driver motor DC bertujuan untuk membuktikan bahwa rancangan rangkaian sudah berjalan sesuai dengan apa yang diinginkan. Percobaan dilakukan dengan 2 kondisi yaitu pin digital 1 high pin digital 2 low, dan pin digital 1 low pin digital 2 high.



Gambar-21. Simulasi Driver Motor Relay E-Tas pada Keadaan Relay 1 Terpicu dan Relay 2 Tidak Terpicu menggunakan Software Liveware.

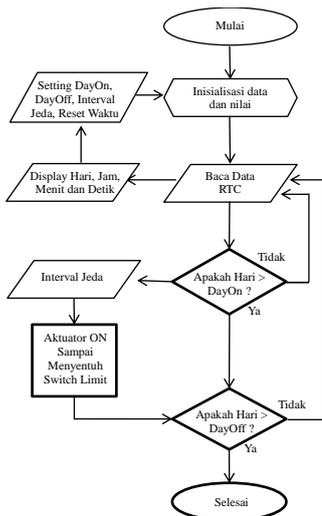
Pada Gambar-21 menunjukkan bahwa jika driver dipicu pada pin digital 1 *high* dan pin digital 2 *low* maka akan menghasilkan putaran *clockwise*.



Gambar-22. Simulasi Driver Motor Relay E-Tas pada Keadaan Relay 1 Tidak Terpicu dan Relay 2 Terpicu menggunakan Software Liveware.

Pada Gambar-22 menunjukkan bahwa jika driver dipicu pada pin digital 1 *low* dan pin digital 2 *high* maka akan menghasilkan putaran *counter clockwise*.

C. Sistem Otomatis

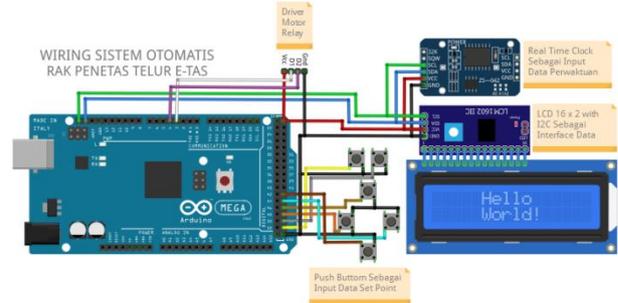


Gambar-23. Flowchart (diagram alir) Sistem Otomatis.

Pada Gambar-23 menunjukkan diagram alir sistem otomatis rak penetas telur. Sistem ini bertujuan untuk mengendalikan gerakan rak penetas telur berbasis perwaktuan dengan input data dari RTC. Rak penetas telur akan mulai bergerak ketika sudah

memasuki hari *DayOn*, dan berhenti bergerak pada hari *DayOff*. Tapi telur tidak akan terus bergerak pada jenjang waktu itu, telur akan bergerak pada interval waktu tertentu. Semua set point tersebut bisa di setting melalui tampilan LCD menggunakan push button.

1) Perancangan Wiring Sistem Otomatis



Gambar-24. Wiring Sistem Otomatis.

Software fritzing digunakan untuk merancang simulasi *wiring* komponen sistem otomatis seperti Gambar-24. Perancangan menggunakan software ini bertujuan sebagai gambaran *wiring* antar komponen dan pin arduino agar memudahkan dalam membuat kode program sistem otomatis. Terdapat 4 komponen utama diluar arduino sebagai pemroses data yaitu RTC (*Real Time Clock*) sebagai input data perwaktuan, LCD 16x2 menggunakan I2C sebagai interface data, push button sebagai input data pengatur set point, dan driver motor relay sebagai pengendali arah gerak aktuator linier elektrik.

2) Fitur Sistem Otomatis Rak Penetas Telur E-Tas

Sistem otomatis rak penetas telur E-Tas adalah sistem tiruan dari unggas dalam pembolak-balikan telur selama masa pengeraman. Tujuan utama dari pemutaran telur selama penetasan yaitu mengoptimalkan pertumbuhan embrio. Pemutaran telur dilakukan berulang-ulang pada frekuensi waktu tertentu.

Terdapat beberapa perbedaan pernyataan terkait frekuensi pemutaran. Misalkan menurut Made wirapartha dan Gusti Ayu Mayani Kristina Dewi dalam bukunya yang berjudul “Bahan Ajar Manajemen Penetasan” menyatakan bahwa frekuensi pemutaran telur pada mesin penetas otomatis idealnya setiap 1 jam sekali [4]. Sedangkan menurut Rudi Hermawan dalam bukunya yang berjudul “Rahasia Membuat Mesin Tetes Berkualitas” menyatakan bahwa waktu pemutaran idealnya dilakukan setiap 3 atau 4 jam sekali [2].

Dari perbedaan opsi pemutaran telur tersebut, maka pada fitur sistem otomatis rak penetas telur E-

Tas ini diberikan kebebasan pada peternak untuk menentukan interval *egg turning* yang diinginkan. Penentuan ini bisa di setting melalui fitur **jeda** seperti pada Gambar-25. Pemutaran telur bisa di set dengan interval pemutaran 1 jam sampai 24 jam sekali dengan menggunakan push button sebagai input set point.



Gambar-25. Menu Setting Layer 1 Sistem Otomatis Rak Penetas Telur E-Tas.

Interval pemutaran telur ini tidak dilakukan dari hari pertama sampai hari terakhir penetasan, tapi idealnya dilakukan dari hari ke 3 penetasan (telur sudah masuk selama 48 jam pada mesin penetas) [1] atau dari hari ke 4 [2][3] sampai 3 hari sebelum telurnya menetas [1][2][3]. Misal pada telur ayam yang memiliki periode penetasan selama 21 hari, maka *egg turning* dilakukan sampai hari ke 18. Sedangkan pada telur bebek yang memiliki periode penetasan selama 28 hari, maka *egg turning* dilakukan sampai hari ke 25.

Hal tersebut lah yang menjadikan alasan adanya fitur **DayOn** dan **DayOff**. **DayOn** berarti hari awal pemutaran sedangkan **DayOff** adalah hari terakhir pemutaran. Kedua fitur tersebut set point nya bisa di atur menggunakan push button.



Gambar-26. Menu Utama Sistem Otomatis Rak Penetas Telur E-Tas.

Untuk dapat menjalankan fitur **DayOn** dan **DayOff** dengan baik, maka harus ada perhitungan waktu lamanya penetasan yang di tampilkan pada menu utama *interface* LCD seperti pada Gambar-26. *interface* LCD pada menu utama di reset setiap awal waktu penetasan untuk mengetahui periode penetasan sudah berjalan berapa lama. Reset waktu penetasan ini dilakukan melalui fitur **Reset Waktu** dengan mengarahkan kursor ke bagian Reset Waktu, setelah kursor sudah berada pada posisi Reset Waktu seperti pada Gambar-27 selanjutnya memencet tombol push button right. Maka tampilan menu utama akan terlihat seperti pada Gambar-26.



Gambar-27. Menu Setting Layer 2 Sistem Otomatis Rak Penetas Telur E-Tas.

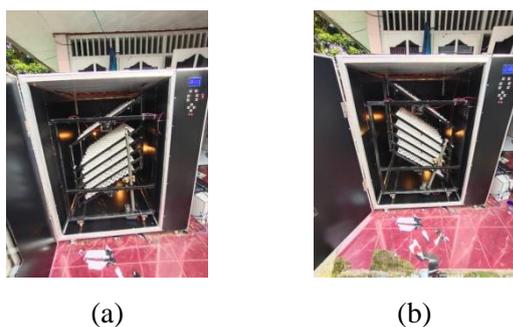
3) Perancangan Wiring Sistem Otomatis

Dilakukan percobaan pada sistem rak penetas telur otomatis dengan setting **DayOn** di hari ke 2 dan **DayOff** di hari ke 4. Pada setiap harinya terdapat perbedaan setting Jeda untuk mengetahui setiap interval sudah berjalan dengan semestinya. Percobaan dilakukan dengan 3 nilai jeda berbeda yaitu jeda bernilai 1 (pada hari pertama, kedua dan kelima), bernilai 2 (pada hari ketiga), dan bernilai 3 (pada hari keempat).

Tabel-2. Hasil percobaan rak penetas telur.

Perwaktuan Pada Interface LCD	Posisi Rak Hari-1 Nilai Setting Jeda 1	Posisi Rak Hari-2 Nilai Setting Jeda 1	Posisi Rak Hari-3 Nilai Setting Jeda 2	Posisi Rak Hari-4 Nilai Setting Jeda 3	Posisi Rak Hari-5 Nilai Setting Jeda 1
00.00	Tidak berubah	kiri	kiri	kiri	Tidak berubah
01.00	Tidak berubah	kanan	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah
02.00	Tidak berubah	kiri	kanan	Tidak berubah	Tidak berubah
03.00	Tidak berubah	kanan	Tidak berubah	kanan	Tidak berubah
04.00	Tidak berubah	kiri	kiri	Tidak berubah	Tidak berubah
05.00	Tidak berubah	kanan	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah
06.00	Tidak berubah	kiri	kanan	kiri	Tidak berubah

Pada Tabel-2 menunjukkan hasil percobaan pada sistem rak penetas telur otomatis E-Tas selama 5 hari. Pengamatan dilakukan selama 6 jam perharinya dengan pengambilan data setiap 1 jam sekali. Pengambilan data dilakukan dari hitungan perwaktuan mulainya oprasional mesin penetas yaitu pada 00.03 sampai 06.03. Terdapat 2 keterangan diantaranya **kiri** yang berarti rak bergerak ke posisi miring ke kiri sampai memiliki sudut kemiringan 45° seperti pada Gambar-28 (a), dan **kanan** yang berarti rak bergerak ke posisi miring ke kanan sampai memiliki sudut kemiringan 45° seperti pada gambar-28 (b).



Gambar-28. implementasi Sistem Rak Penetas Telur Otomatis pada Mesin Tetas Kelompok MBKM SPI-8.

Pada hari pertama rak penetas telur tidak mengalami pergerakan ke kiri maupun ke kanan. Ini berarti sesuai sama perencanaan awal bahwa jika **DayOn** bernilai 2 berarti *egg turning* akan dimulai pada hari ke 2.

Pada hari kedua rak penetas telur mulai bergerak dengan diawali pemutaran pada nilai perwaktuan 00.00 bergerak ke posisi miring ke kiri, 01.00 bergerak ke posisi miring ke kanan, 02.00 kembali bergerak ke posisi miring ke kiri, dan begitu seterusnya berulang setiap jam sekali. Ini berarti sesuai sama perencanaan awal bahwa jika **Jeda** bernilai 1 berarti *egg turning* memiliki frekuensi pemutaran selama 1 jam sekali.

Pada hari ketiga rak penetas telur mulai bergerak dengan diawali pemutaran pada nilai perwaktuan 00.00 bergerak ke posisi miring ke kiri, kemudian bergerak kembali pada nilai perwaktuan 02.00 bergerak ke posisi miring ke kanan, dan begitu seterusnya berulang setiap 2 jam sekali. Ini berarti sesuai sama perencanaan awal bahwa jika **Jeda** bernilai 2 berarti *egg turning* memiliki frekuensi pemutaran selama 2 jam sekali.

Pada hari keempat rak penetas telur mulai bergerak dengan diawali pemutaran pada nilai perwaktuan 00.00 bergerak ke posisi miring ke kiri, kemudian bergerak kembali pada nilai perwaktuan 03.00 bergerak ke posisi miring ke kanan, dan begitu seterusnya berulang setiap 3 jam sekali. Ini berarti sesuai sama perencanaan awal bahwa jika **Jeda** bernilai 3 berarti *egg turning* memiliki frekuensi pemutaran selama 3 jam sekali.

Pada hari kelima rak penetas telur sudah mulai tidak melakukan pergerakan. Ini berarti sesuai sama perencanaan awal bahwa jika **DayOff** bernilai 4 berarti hari terakhir *egg turning* adalah hari keempat dan hari kelima seterusnya *egg turning* sudah berhenti.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rak penetas telur E-Tas menggunakan metode goyang (ayun) bertingkat 6 dengan kapasitas maksimal 1008 butir telur.
2. Sistem otomatis rak penetas telur E-Tas menggunakan RTC (*Real Time Clock*) berbasis mikrokontroler arduino mega 2560 memiliki 4 fitur yaitu fitur Jeda sebagai nilai interval pemutaran, fitur DayOn sebagai hari awal *egg turning*, fitur DayOff sebagai hari terakhir *egg turning*, dan Reset Waktu sebagai perhitungan awal periode penetasan.
3. Driver motor relay E-Tas dapat mengontrol arah putaran motor DC dengan pengontrolan 2 output digital arduino, pin output 1 sebagai putaran *clockwise* dan pin output 2 sebagai putaran *counter clockwise*.
4. Setelah dilakukan uji coba alat selama 6 hari dengan 3 opsi interval jeda yang berbeda, terdapat hasil uji coba alat sudah sesuai dengan yang direncanakan.

B. Saran

Pada perancangan rak penetas telur perlu diperhatikan volume rak penetasnya seperti lebar, panjang dan tinggi. Karena ukuran rak penetas sangat berpengaruh pada keseluruhan ukuran mesin penetas telur. Pertimbangan ukuran lebar rak bisa dipertimbangkan sesuai ukuran lebar pintu rumah atau jalur lainnya yang kemungkinan dilewati oleh perpindahan tempat mesin penetas. Formasi egg tray 2x2 pertingkatnya seperti pada penelitian ini bisa dirubah menjadi formasi 4x1 sehingga volume rak penetas tidak terlalu lebar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. Ferry, *Membuat dan Mengelola Mesin tetas*, III. Jakarta Timur: Penebar Swadaya, 2014.
- [2] H. Rudi, *Rahasia Membuat Mesin tetas Berkualitas*, VIII. Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2020.
- [3] Supri, *Sukses Menetas telur Unggas Hingga 90%*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka, 2019.
- [4] W. Made and D. Gusti Ayu Mayani, "Bahan Ajar Manajemen Penetasan," *Bahan Ajar Manaj. Panetasan Univ. Udayana*, pp. 1–39, 2017.
- [5] M. Manix Etwan, "MENETASKAN TELUR AYAM BURAS," no. Mkb 7056, pp. 1–19, 2019.

- [6] D. Ebook, "A RESOURCE ON ELECTRIC LINEAR ACTUATORS," no. 877.
- [7] Dallas, "RTC DS3231 Datasheet," *Data Sheet*, p. 20, 2015, [Online]. Available: <https://www.elecrow.com/download/DS3231.pdf>
- [8] C. Charmis, "Relay Generates Back Electromotive Force," *GNS Components Limited*, 2020. <https://www.ictransistors.com/info/relay-generates-back-electromotive-force-51261176.html> (accessed Jun. 05, 2022).
- [9] T. Ravi, "What is a Flyback Diode?" <https://www.electronicshub.org/flyback-diode-or-freewheeling-diode/> (accessed Jun. 06, 2022).
- [10] Motorola, "BC546 BC547 BC548 NPN Transistor," *Current*, pp. 1–6, 1996.
- [11] T. Data, "SEMICONDUCTOR PC817 1-CHANNEL TRANSISTOR OUTPUT TYPE PHOTO COUPLER," vol. 4, pp. 5–8, 2016.
- [12] B. Merkmale, "LH 3364 3 mm (T1) LED , Diffused," pp. 1–7.
- [13] T. Y. P. Max and M. I. N. T. Y. P. Max, "Vishay Semiconductors High Efficiency LED in Ø 3 mm Clear Package WAVELENGTH TEST CONDITION SYMBOL PARAMETER TEST CONDITION SYMBOL PARAMETER TEST CONDITION PARAMETER TEST CONDITION," pp. 1–8.