

Pemanfaatan Panas Buang Dari Kondenser AC *Split 2 PK* untuk Penetasan Telur Bebek

Mira Fauziah¹, Triaji Pangripto Pramudantoro², Luga Martin Simbolon³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
E-mail : ¹ mira.fauziah.tptu21@polban.ac.id; ² triajipangripto@polban.ac.id; ³ lugamartin@polban.ac.id

ABSTRAK

Kenaikan jumlah penduduk berdampak pada peningkatan konsumsi telur dan daging unggas, terutama daging bebek yang sebagai salah satu sumber protein, permintaan yang tinggi tidak dapat terpenuhi dengan mengandalkan induk bebek sebagai inkubator alami. Oleh karena itu, pada sistem refrigerasi ada komponen yang bisa menghasilkan panas yaitu kondenser, pemanfaatan panas buang dari kondenser bisa menjadi alternatif bagi para penetas yang bertujuan untuk membantu para peternak bebek dalam meningkatkan jumlah produksi bebek. Pada penelitian ini menggunakan kondenser dari AC *Split 2 PK* dengan metode mengalirkan panas buang kondenser melalui *ducting* ke inkubator buatan dan ke lingkungan. Telur bebek *fertile* membutuhkan temperatur tidak kurang dari 36°C atau lebih dari 38°C agar menetas, maka dari itu temperatur di inkubator dikondisikan menggunakan *dampers* motor servo torsi 20 kg dengan bukaan *dampers* 47%, begitupun dengan kelembaban yang harus dikondisikan tidak kurang dari 65% dan tidak lebih dari 85%. Selama masa inkubasi, 40% telur bebek *fertile* berhasil menetas, dengan efisiensi sistem 69%, EER 18,26 dan konsumsi energi sebesar 577,74 kWh.

Kata Kunci

Fertile, Kelembaban, Temperatur

The increase in population has an impact on increasing consumption of eggs and poultry meat, especially duck meat, which is a source of protein. The high demand cannot be met by relying on mother ducks as natural incubators. Therefore, in the refrigeration system there is a component that can produce heat, namely the condenser. Utilizing waste heat from the condenser can be an alternative for hatchers which aims to help duck breeders increase the number of duck production. In this study uses a condenser from a Split 2 PK AC with a method of channeling the exhaust heat from the condenser through ducting to an artificial incubator and to the environment. Fertile duck eggs require a temperature of not less than 36°C or more than 38°C to hatch, therefore the temperature in the incubator is conditioned using a 20 kg torque servo motor damper with a damper opening of 47%, as well as the humidity which must be conditioned to no less than 65% and no more from 85%. During the incubation period, 40% of fertile duck eggs successfully hatched, with a system efficiency of 69%, EER of 18.26 and energy consumption of 577.74 kWh.

Keywords

Fertile, Humidity, Temperature

1. PENDAHULUAN

Menurut Deden Sandi, seseorang yang kesehariannya adalah tukang penetas telur bebek, bebek merupakan unggas yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Permintaan daging dan juga telur bebek setiap hari makin meningkat, namun masalah utama yang dihadapi penetas adalah keterbatasan produksi bibit bebek. Sehingga penetas belum mampu untuk melayani seluruh pembeli yang memesan, salah satu faktor

penyebabnya yaitu daya tetas telur yang belum bisa maksimal, karena hanya mengandalkan cara konvensional saja.

Maka dari itu, dibutuhkan teknologi untuk menambah jumlah produksi dan membantu para penetas dalam proses penetasan telur bebek. Penetasan telur bebek pada umumnya dilakukan dengan cara konvensional yaitu induk mengerami telurnya sampai menetas. Namun, seiring berjalannya waktu, teknologi makin berkembang. Kini penetasan telur bebek bisa dilakukan oleh

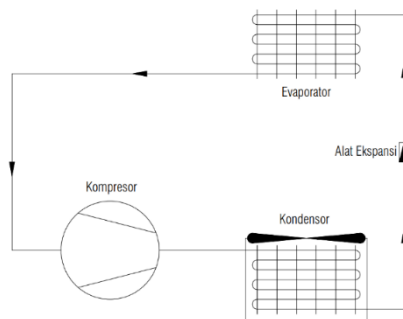
mesin yang dibuat sedemikian rupa menyerupai induk.

Mesin penetasan telur bebek memiliki banyak keuntungan dan kemudahan dibandingkan dengan cara konvensional. Menurut Sandi, 2023, ada beberapa jenis mesin penetasan telur bebek, diantaranya menggunakan *heater* sebagai media pemanas, juga air *spray* untuk kelembaban. Namun, penetas mengalami kerugian dikarenakan konsumsi listrik yang cukup besar, air yang sangat boros juga jumlah produksi sedikit. Para penetas akan lebih hemat dari segi konsumsi listrik, air, dan jumlah produksi yang dihasilkan bisa lebih banyak hingga dua kali lipat, apabila menggunakan mesin yang memanfaatkan panas dari lampu pijar dan menggunakan baki air untuk kelembaban.

Adapun metode lain untuk menetas telur bebek yaitu dengan memanfaatkan panas buang dari kondenser AC *Split*. Metode ini diharapkan dapat membantu para penetas dalam menambah jumlah produksi. Dengan memanfaatkan panas buang dari kondenser AC *Split*, penetas dapat mengefisienkan energi yang terbuang dari kondenser.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penetasan telur bebek ini memanfaatkan panas yang terbuang dari kondenser, langkah ini merupakan salah satu cara untuk penghematan energi. Dengan memanfaatkan panas tersebut untuk inkubator penetasan telur bebek harus memperhatikan kelembaban dan juga temperatur yang dikondisikan sesuai dengan kebutuhan untuk penetasan telur bebek. Pengamatan data penelitian ini adalah salah satu cara untuk mengetahui apakah panas yang dihasilkan dari kondenser memenuhi untuk kebutuhan penetasan telur bebek.



Gambar 1. Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

Gambar 1 merupakan siklus refrigerasi kompresi uap sederhana yang merupakan suatu sistem menggunakan kompresor sebagai alat kompresi

refrigeran. Menurut Dossat (1981), sistem kompresi uap menggunakan konsep termodinamika bahwa perpindahan kalor dilakukan oleh refrigeran atau media pendingin lainnya. Sistem refrigerasi kompresi uap memiliki komponen-komponen yang sederhana apabila dibandingkan dengan sistem refrigerasi lainnya. Sistem refrigerasi kompresi uap mempunyai 4 komponen utama, diantaranya kompresor, kondenser, alat ekspansi, dan evaporator.

Adapun persamaan lengkap untuk mengetahui kinerja dan efisiensi sistem dapat dilihat pada persamaan di bawah:

$$q_w = h_2 - h_1 \quad (1)$$

$$q_c = h_2 - h_3 \quad (2)$$

$$q_e = h_1 - h_4 \quad (3)$$

$$COP_a = \frac{q_e}{q_w} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (4)$$

$$Efisiensi = \frac{COP_{aktual}}{COP_{carnot}} \times 100\% \quad (5)$$

dimana:

q_w = kerja kompresi (kJ/kg)

q_e = efek refrigerasi (kJ/kg)

q_c = efek kondensasi (kJ/kg)

h_1 = entalpi refrigeran masuk kompresor (kJ/kg)

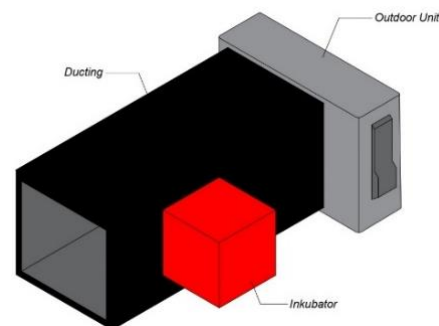
h_2 = entalpi refrigeran masuk kondenser (kJ/kg)

h_3/h_4 = entalpi refrigeran masuk evaporator (kJ/kg)

3. METODOLOGI

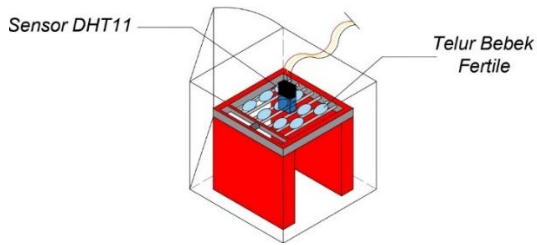
Berikut merupakan Langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian:

3.1. Pembuatan Desain Prototipe



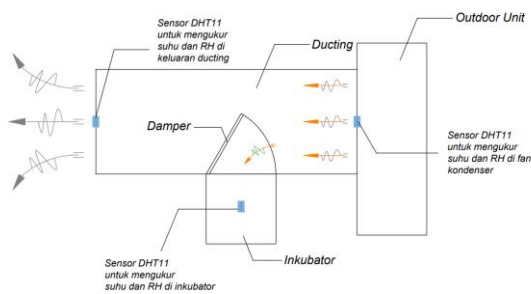
Gambar 2. Desain 3D Prototipe

Gambar 2 merupakan desain prototipe 3D alat penelitian yang dibuat menggunakan *software* AutoCAD 2021.



Gambar 3. Desain Prototipe 3D Inkubator

Gambar 3 merupakan desain prototipe 3D inkubator untuk penyimpanan telur bebek *fertile* yang dibuat menggunakan *software* AutoCAD 2021.



Gambar 4. Desain Tampak Atas

Gambar 4 merupakan desain tampak atas dan titik pengukuran untuk pengambilan data pada saat penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat penelitian dilakukan, dapat diketahui telur yang memiliki embrio dan tidak memiliki embrio. Gambar 5 merupakan contoh telur bebek dengan embrio yang sudah mati.



Gambar 5. Telur Bebek dengan Embrio Mati



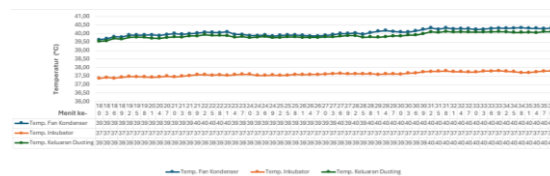
Gambar 6. Telur Bebek dengan Embrio Hidup

Dan pada gambar 6 merupakan contoh telur bebek dengan embrio yang masih hidup.

Tabel 1. Data rata-rata Hasil Pengukuran

No.	Titik Pengukuran	Satuan
1.	Temperatur <i>Fan</i> Kondenser	39.61 °C
2.	Temperatur Inkubator	37.32 °C
3.	Temperatur Keluar <i>Ducting</i>	39.42 °C
4.	Kelembaban <i>Fan</i> Kondenser	46.98 %
5.	Kelembaban Inkubator	69.65 %
6.	Kelembaban Keluar <i>Ducting</i>	39.71 %
7.	Tegangan Listrik	221 V
8.	Arus Listrik	5
9.	Faktor Daya	0.95

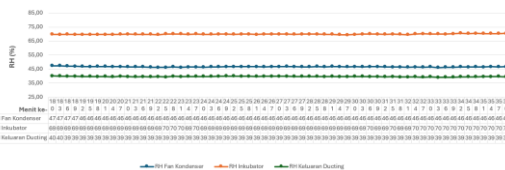
Tabel 1 merupakan data rata-rata hasil pengamatan selama masa inkubasi dengan waktu 7-8 jam dan interval 3 menit pada saat keadaan *steady*.



Gambar 7. Grafik Temperatur rata-rata

Pada gambar 7 menjelaskan tentang grafik temperatur rata-rata pada saat keadaan *steady*. Di mana pada grafik temperatur rata-rata di inkubator konstan dengan nilai 37,32 °C, hal tersebut dikarenakan di inkubator temperatur dikondisikan sehingga tidak kurang dari 36 °C atau lebih dari 38 °C. Temperatur dikondisikan menggunakan *dampner* motor servo torsi 20kg dengan bukaan *dampner* 47%, *dampner* di *setting* pada temperatur 38 °C. Apabila temperatur di inkubator tidak dikondisikan maka embrio telur bebek *fertile* akan mati.

Selanjutnya pada grafik temperatur yang dihasilkan dari *fan* kondenser dengan temperatur keluaran *ducting* saat keadaan *steady* memiliki perbedaan temperatur rata-rata sebesar 0,19 °C, yang mana temperatur di *fan* kondenser dengan rata-rata 39,61 °C, sedangkan temperatur pada keluaran *ducting* memiliki rata-rata 39,42 °C. Perbedaan temperatur tersebut terjadi karena pada penelitian ini hanya memanfaatkan panas buang dari kondenser saja untuk menetas telur bebek, juga karena proses perubahan energi sensibel yang ditandai dengan perubahan temperatur tabung kering (Tdb), maka dari itu temperatur di *fan* kondenser dengan keluaran *ducting* akan berbeda atau mendekati.

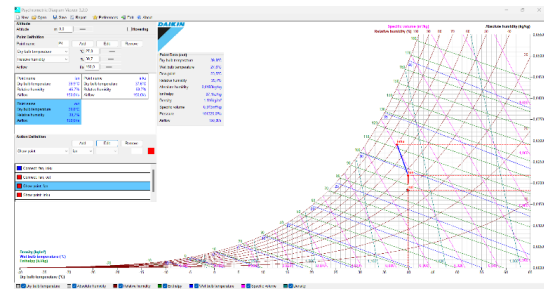


Gambar 8. Grafik Kelembaban rata-rata

Gambar 8 menunjukkan grafik kelembaban rata-rata pada saat keadaan *steady*, kelembaban pada inkubator rata-rata 69,65 %, hal tersebut dikarenakan di inkubator kelembaban dikondisikan sesuai dengan kebutuhan untuk penetasan telur bebek yaitu 65% sampai 70% pada 25 hari pertama masa inkubasi, dan selanjutnya 80% sampai 85% sampai telur bebek menetas. Kelembaban yang terjadi di inkubator yaitu menggunakan wadah yang berisi air, lalu untuk menaikkan kelembaban dilakukan dengan menambah wadah air lagi dan memberikan busa (*spons*) atau sumbu kompor di sekeliling rak telur dan menyemprotkan air dengan *spray*, hal tersebut juga bisa membantu untuk meratakan kelembaban pada inkubator.

Selanjutnya pada grafik kelembaban saat keadaan *steady*, dari kelembaban *fan* kondenser dengan kelembaban di keluaran *ducting* memiliki

perbedaan kelembaban rata-rata sebesar 7,27%, yang mana kelembaban rata-rata di *fan* kondenser 46,98%, sedangkan kelembaban rata-rata di keluaran *ducting* 39,71%. Penyebab terjadinya perbedaan kelembaban di *fan* kondenser dengan kelembaban di keluaran *ducting* karena sensor DHT11 yang tidak berfungsi dengan baik, meskipun sensor tersebut telah dikalibrasi.



Gambar 9. Plotting Diagram Psychrometric

Gambar 9 merupakan *plotting* data pada *software psychrometric diagram viewer 3.2.0*. Daikin. Dari hasil *plotting* tersebut dapat dilihat bahwa udara mengalir dari *fan* kondenser ke lingkungan, dan udara mengalir dari *fan* kondenser ke inkubator. Hal tersebut dikarenakan adanya *dampner* yang mengakibatkan udara terbagi menjadi dua bagian. Lalu dari diagram psikrometrik tersebut didapatkan nilai-nilai dari sifat termodinamik udara diantaranya sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai dari Sifat Termodinamik

Parameter	Tdb (°C)	Twb (°C)	RH(%)	Rasio, Kelembaban (kg/kg)	Entalpi (kj/kg)	TDP (°C)	Volume Spesifik (m³/kg)
Fan Kondenser	39,9	29,4	46,7	0,0218	96,3	26,3	0,918
Inkubator	37,6	32,4	69,7	0,0291	112,6	31,1	0,921
Keluaran Ducting	39,8	27,6	39,7	0,0183	87,1	23,5	0,913

Selanjutnya, pada tabel 2 merupakan nilai-nilai dari sifat termodinamik udara. Perhitungan efisiensi sistem ini memerlukan nilai *Coefficient of Performance* (COP), nilai COP tersebut sudah didapat dan dihitung oleh rekan saya dengan topik penelitian yang sama berjudul “Kaji Eksperimental Perbandingan Performansi AC *Split* Sebelum dan Sesudah Pemanfaatan Panas Buang Kondenser untuk Alat Penetas Telur.” Berikut adalah hasil perhitungan nilai COP aktual dan COP carnot.

Tabel 3. Nilai COP Aktual & COP Carnot

Parameter	Sebelum ducting dipasang	setelah ducting dipasang
COP Aktual	5,85	5,35
COP Carnot	6,68	7,75

Tabel 3 merupakan nilai dari COP aktual & COP carnot, maka dapat diperoleh nilai-nilai yang lainnya seperti perhitungan di bawah ini.

4.1. Efisiensi Sistem Refrigerasi

$$\eta = \frac{COP_{\text{aktual}}}{COP_{\text{carnot}}} \times 100\%$$

1. Efisiensi sistem sebelum dipasang ducting

$$\eta = \frac{5,85}{6,68} \times 100\%$$

$$\eta = 87,57 \%$$

2. Efisiensi sistem setelah dipasang ducting

$$\eta = \frac{5,35}{7,75} \times 100\%$$

$$\eta = 69 \%$$

4.2. Energy Efficiency Ratio (EER)

$$EER = COP \times 3.413$$

1. EER sebelum dipasang ducting

$$EER = COP \times 3.413$$

$$EER = 19,96$$

2. EER setelah dipasang ducting

$$EER = COP \times 3.413$$

$$EER = 18,26$$

4.3. Konsumsi Energi

$$P = V \times I \times \text{Cos Phi}$$

$$P = 221 \text{ V} \times 5.46 \text{ A} \times 0,95$$

$$P = 1.146,32 \text{ watt}$$

$$P = 1,1463 \text{ kW}$$

Selanjutnya untuk menghitung konsumsi energi dengan waktu selama sistem AC Split dinyalakan yaitu 21 hari, 504 Jam.

$$W = P \times t$$

$$W = 1,1463 \text{ kW} \times 504 \text{ jam}$$

$$W = 577,74 \text{ kWh}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut merupakan simpulan dari hasil penelitian.

1. Dari pemanfaatan panas buang kondenser untuk penetasan telur bebek, temperatur yang dikondisikan di inkubator berhasil tercapai untuk kebutuhan penetasan telur dengan rata-rata 37,32°C dan kelembaban yang dikondisikan di inkubator berhasil tercapai untuk memenuhi penetasan telur dengan kelembaban rata-rata 69,65%. Dengan hasil 40% telur bebek *fertile* dapat menetas.
2. Kontrol temperatur menggunakan damper bukaan 47% dengan motor servo torsi 20 kg berhasil sehingga temperatur di inkubator terjaga tidak kurang dari 36°C atau lebih dari 38°C. Begitupun dengan kelembaban yang menggunakan wadah air, sumbu kompor, dan *spray* berhasil mengkondisikan kelembaban di inkubator sehingga tercapai 65% sampai 85%.
3. Jika dilihat dari nilai efisiensi AC Split sebelum dan setelah dilakukan pemasangan ducting memiliki perbedaan nilai sebesar 18,57% di mana pada saat ducting sebelum dipasang memiliki efisiensi 87,57%, sedangkan pada saat setelah ducting dipasang memiliki efisiensi 69%. Begitupun dengan EER sebelum dipasang ducting 19,96 dan pada saat dipasang ducting 18,26 dan jumlah konsumsi energi selama 21 hari sebesar 577,74 kWh.

Adapun saran yang diberikan selama proses penelitian.

1. Pada saat pemilihan sensor, alangkah baiknya dilakukan kalibrasi lebih dari satu kali dengan kalibrator yang berbeda-beda, hal ini bertujuan untuk memastikan keakuratan nilai yang diperoleh.
2. Pada saat membeli telur *fertile*, hendaknya periksa terlebih dahulu semua bibit yang dihasilkan dari penetas dan pada saat diperjalanan usahakan tidak terjadi guncangan yang begitu keras, karena akan mengakibatkan embrio mati diperjalanan. Lalu wadah untuk membawa telur *fertile* selama diperjalanan dipastikan terjaga temperatur dan kelembabannya.
3. Karena AC Split kemungkinan tidak beroperasi 24 jam sehari dan kontinu

selama penetasan telur *fertile*, maka bisa dirancang mesin penetas telur dengan tambahan penghangat inkubator berupa heater atau lampu yang dirancang akan hidup saat AC Split off cycle.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dossat, R. J., 1981. "Principle of Refrigeration and Air Conditioning (2nd edition)", John Willey and Sons, New York.
2. ASHRAE Handbook (2006). "Refrigeration System and Applications (SI), American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineering." ASHRAE, Atlanta, Georgia.
3. Hermawan, R. (2018). "Rahasia Mesin Tetes Berkualitas, Kiat Menetaskan Unggas & Membuat Mesin Tetes Sendiri." Yogyakarta.
4. Elsiska & Teger (2020). "Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Kapasitas 216 Butir Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 8."
5. Setyawan, A. (2023). "Psikrometrik Dasar."
6. Gemadzan, M. F. (2022). "Rancang Bangun Sistem Refrigerasi Kompresi Uap dan Pemanfaatan Panas Kondenser untuk Penetas Telur."
7. Idris, I. H. (2014). "Kajian Potensi Energi Panas Buangan dari Air Conditioner (AC)." *Teknovasi*, 01.
8. KEMENKES. (2016). "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016."
9. ASHRAE Handbook. (2021). "Fundamentals I-P Editions."
10. ASHRAE Handbook (2009). "Fundamentals (SI Edition)."
11. ASHRAE Handbook (2008). "Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Systems and Equipment."
12. Abdul. (2018). "8 Kendala Dalam Beternak Bebek." Retrieved from <https://arenahewan.com/kendala-dalam-beternak-bebek>.
13. Sudana, R. dkk. (1999). "Pembuatan dan Pengujian Mesin Penetas Telur dengan Kontrol Elektronik."
14. Ridho, S. (2019). "Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler."