

KAJIAN ASPEK EKONOMIS PENGGUNAAN HEAT PUMP SEBAGAI PEMANAS ALTERNATIF PADA KANDANG PETERNAKAN AYAM BROILER SISTEM TERTUTUP

Evi Sofia^{1*}, Abdurrachim²

¹Universitas Nurtanio

Jl. Husen Sastranegara, Cicendo, Kota Bandung, Jawa Barat 40174

²Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No.10, Jawa Barat 40132

*e.sofia@ymail.com

ABSTRAK

Anak ayam yang berumur satu hari sampai empat belas hari (masa *brooding*) dalam pemeliharaannya memerlukan temperatur berkisar antara 29°C – 32°C. Untuk menjaga temperatur tersebut digunakan pemanas ruangan berbahan bakar LPG. Untuk memanaskan kandang dengan kapasitas 15.500 ekor selama 14 hari diperlukan LPG seberat 12 kg sebanyak 60 tabung. Ketersediaan LPG dan mahalnya harga LPG tersebut yang melatar belakangi kajian ini. Pemilihan *heat pump* sebagai pengganti pemanas kandang ayam pada masa *brooding* didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu ; lebih aman, tahan lama, tidak menimbulkan polusi udara, panas yang dihasilkan lebih stabil dan terfokus dan temperaturnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Di beberapa negara penggunaan *heat pump* dengan fluida kerja air dari tanah (*Ground Source Heat pumps/GSHP*) banyak digunakan sebagai pemanas kandang ayam. Akan tetapi penggunaan *heat pump* dengan sistem kompresi uap masih belum ditemui. Kajian ini juga mencoba membandingkan biaya bila *Heat pump* dengan sistem kompresi uap tersebut digunakan sebagai pemanas kandang ayam. Kajian diawali dengan pemilihan *heat pump* , perhitungan *ducting* dan analisis biaya. Dari hasil kajian ini menunjukkan bahwa penggunaan *heat pump* memberikan penghematan biaya operasional sebesar 61 % dibandingkan dengan penggunaan pemanas dengan berbahan bakar LPG.

Kata Kunci : *heat pump, Ground Source Heat pumps, brooding, ducting*

ABSTRACT

Chicks aged one day to fourteen days (brooding) in its maintenance requires a temperature range between 29 ° C - 32 ° C. To keep the temperature used LPG-fueled heating. To heating the cage with a capacity of 15,500 chicks in the 14 days required LPG weighing 12 kg were 60 tubes. Availability of LPG and high prices of LPG is the background for this study. Selection heat pump instead of heating the chicken coop at the brooding based on several considerations, namely; more secure, durable, does not cause air pollution, the heat produced is more stable and focused, and the temperature can be adjusted as needed. In some countries the use of heat pump with a working fluid of water from the ground (Ground Source Heat pumps / GSHP) is widely used as heating chicken coops. But the use of heat pump with vapor compression systems are still not met. This study also tried to compare costs when Heat pump with vapor compression system is used as heating chicken coops. Assessment begins with the selection of heat pump, ducting calculations and cost analysis. From the results of this study indicate that the use of heat pump providing operational cost savings of 61% compared with the use of LPG-fueled heating.

Keywords: heat pump, Ground Source Heat pumps, brooding, ducting

I. Pendahuluan

Indonesia, dengan penduduk yang mencapai 237 Juta jiwa ternyata mengkonsumsi telur dan daging ayam yang relatif rendah dibanding di negara-negara tetangga. Rata rata konsumsi telur nasional 87 butir/ kapita/tahun dan daging ayam 7 kg/kapita/tahun, bandingkan dengan konsumsi telur di Malaysia yang mencapai 311 butir/kapita/tahun (hampir 1 butir/kapita/hari) dan daging ayam mencapai 36 kg/kapita/tahun. Padahal telur dan daging ayam merupakan sumber gizi yang penting bagi tubuh karena mengandung zat gizi esensial yang tidak terdapat pada sumber bahan pangan lainnya.[1]

Peningkatan konsumsi daging ayam memerlukan peternak-peternak ayam yang mampu memelihara ayam-ayam pedaging dengan baik. Salah satu penentu untuk menghasilkan ayam-ayam pedaging yang baik adalah sistem perkandangannya. Sistem perkandangan yang baik membutuhkan pengelolaan pengkondisian udara yang tepat. Karena ayam memerlukan temperatur ruangan yang berbeda-beda pada setiap masa pertumbuhannya. Umur 0 sampai dengan 14 hari (masa brooding), ayam membutuhkan temperatur sekitar 29-34 °C sedangkan umur 14 sampai dengan panen (kurang lebih 32 hari) ayam memerlukan temperatur udara sekitar 26-27 °C.[4] Pada saat usia brooding adalah usia yang menentukan ayam tersebut akan berkembang dengan baik atau tidak. Dengan kebutuhan temperatur pada masa brooding tersebut dibutuhkan sistem pemanas ruangan. Sistem pemanas ruangan yang digunakan biasanya menggunakan bahan bakar gas (LPG). Seiring dengan terus meningkatnya harga gas maka diperlukan alternatif sistim pemanas lain yang lebih efisien. Makalah ini akan mengkaji secara ekonomis penerapan *Heat Pump* sebagai sistem pemanas ruangan .

II. Metodologi

Tahapan dari kajian ini terdiri dari :

1. Analisa kesetimbangan energi didalam kandang.
2. Pemilihan sistem energi yang lebih baik dikaitkan dengan konservasi energi.
3. Pemilihan pemanas alternatif (*Heat Pump*)

4. Kesimpulan aspek ekonomis dari hasil kajian.

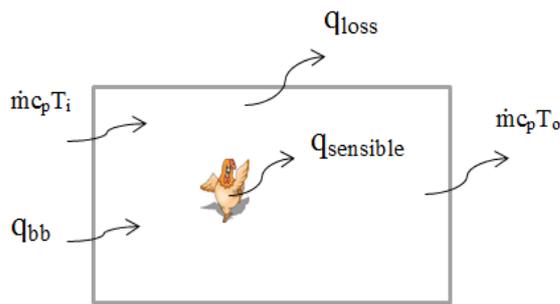
Kajian dilakukan di peternakan Yayasan Pesantren Mangunreja Singaparna Tasimalaya, yang mempunyai temperatur udara berkisar antara 18°C - 31°C. Ayam yang dianalisis berusia satu hari (DOC) sampai 14 hari atau disebut masa brooding. Peternakan ini menggunakan sistem kandang ayam tipe tertutup (closed house) yaitu kandang ayam yang bagian dinding kiri dan kanannya tertutup rapat sedangkan udara yang masuk dan keluar kandang dibantu dengan menggunakan kipas (blower fan atau exhaust fan). Ukuran kandang adalah 100 m × 12 m × 2 m yang dapat menampung sebanyak 15.500 ekor ayam dewasa.



Gambar 1. Gambar bagian dalam kandang ayam

III. Perhitungan kebutuhan energi

Perhitungan kebutuhan energi perhari diperoleh dengan terlebih dahulu membuat sistem dari kandang ayam. Dari sistem tersebut kemudian dihitung kesetimbangan energi dari kandang ayam dengan cara menghitung energi yang masuk dan keluar sistem. Berikut gambar balans energi dari kandang ayam .



Gambar 2. Sistem Kandang

Dari sistem diperoleh kesetimbangan energinya sebagai berikut :[2]

$$(\dot{m}_c T)_{\text{masuk}} = (\dot{m}_c T)_{\text{keluar}} \tag{1}$$

$$\dot{m}_c T_i + q_{\text{sensible}} + q_{\text{bb}} = \dot{m}_c T_o + q_{\text{loss}} \tag{2}$$

Dimana :

\dot{m} = laju aliran massa , kg/s

c_p = Kapasitas jenis udara, kJ/kg K

T_i =Temperatur masuk kandang , °C

T_o = Temperatur keluar kandang, °C

q_{bb} = Panas yang dibutuhkan untuk pembakaran, kW

q_{loss} = Panas yang terbuang melalui dinding, kW

q_{sensible} = Panas sensible dari ayam, kW

Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan besarnya kebutuhan energi per hari dan penggunaan tabung per harinya selama masa *brooding*.

Tabel 1. Besarnya kebutuhan energi perhari

	1	2	3	4	5	6	7
Tk ,K	307	305	305	305	305	305	305
T _o ,K	291	295	295	295	295	295	295
q _{ik} ,kW	1162	1170	1170	1170	1170	1756	1756
q _{ok} ,kW	1210	1202	1202	1202	1202	1803	1803
q _{loss} ,kW	11	10	10	10	10	10	10
q _{sensible} , kW	10	13	16	20	24	28	33
q _c ,kW	49	29	26	22	18	30	25
m _{dot} tabung, kg/s	0,00107	0,0006	0,0006	0,0005	0,0004	0,0006	0,0005
Penggunaan tabung /hari	8	5	4	3	3	5	4

	8	9	10	11	12	13	14
Tk ,K	305	304	304	304	304	304	304
T _o ,K	295	295	295	295	295	295	295
q _{ih} ,kW	1756	2341	2341	2341	2926	2926	2926
q _{oh} ,kW	1803	2404	2404	2404	3005	3005	3005
q _{loss} , kW	10	10	10	10	10	10	10
q _{sensible} , kW	38	43	49	55	61	67	74
q _c ,kW	20	31	25	19	28	22	15
m _{dot} tabung, kg/s	0,0004	0,0007	0,0005	0,0004	0,0006	0,0005	0,0003
Penggunaan tabung /hari	3	5	4	3	4	3	2

IV. Pemilihan pemanas alternatif (Heat Pump)

Pemilihan Heat Pump sebagai pengganti pemanas kandang ayam didasarkan dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut

- Lebih aman
- Tahan lama
- Tidak menimbulkan polusi udara
- Panas yang dihasilkan lebih stabil dan terfokus
- Temperaturnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan

Sebagai acuan untuk pemilihan Heat Pump adalah besarnya kebutuhan bahan bakar maksimum. Dari hasil perhitungan sebelumnya di pilih kebutuhan bahan bakar maksimum yaitu sebesar 49 kW. Berdasarkan teori dari siklus kompresi uap [3], bahwa besarnya unjuk kerja mesin pendingin atau COP adalah.

$$COP = q_e / W_k \tag{3}$$

$$COP = \frac{q_c - W_k}{W_k} \tag{4}$$

Dimana :

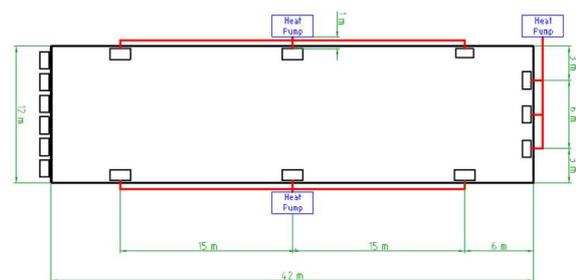
COP = Unjuk kerja mesin (Coeffisien of performance)

W_k = Kerja/daya kompresor

q_c = Kapasitas pemanas

q_e = Kapasitas pendinginan

Jika kebutuhan bahan bakar dianggap sama dengan kapasitas pemanas (q_c) maka dengan COP = 3, akan diperoleh besarnya daya kompresor sebesar 13 kW atau sekitar 17 Hp. Agar pendistribusian panas lebih merata maka *Heat Pump* dibagi menjadi 3 bagian yaitu : 6 Hp dinding kiri dan kanan kemudian 5 Hp untuk bagian depan.



Gambar 3. Layout sistem duct

V. Analisis Biaya

Analisis biaya penggunaan heat pump dan pemanas LPG dibagi menjadi dua yaitu :

1. Biaya tetap (cost fixed)
2. Biaya operasional (operational cost)

Heat Pump

1. Biaya tetap .

Biaya tetap untuk *Heat Pump* terdiri dari biaya pembelian *Heat Pump* dan pemasangan ducting. *Heat Pump* yang dipilih adalah *Heat Pump* dengan kapasitas 13 kW atau sekitar 17 Hp. Harga *Heat Pump* dengan kapasitas tersebut berkisar Rp 63.000.000. Sedangkan untuk memaksimalkan pendistribusian udara digunakan ducting. Ducting yang digunakan adalah Baja lapis seng (BJLS), biaya dari ducting jenis ini adalah sekitar Rp 325.000/m² , biaya tersebut sudah termasuk dengan isolasi dan biaya pengerjaan sekitar Rp 75.000/m². Sehingga biaya untuk pemasangan duct adalah Rp 5.103.715. Rincian perhitungan untuk biaya ducting secara lengkap ada pada lampiran 4. Dari rincian diatas diperoleh total biaya tetap yaitu sebesar Rp 68.103.715.

Tabel 2. Biaya Tetap Penggunaan Heat Pump

<i>Heat Pump</i> 13 kW	Rp	63.000.000
Instalasi <i>ducting</i>	Rp	5.103.715
Total biaya	Rp	68.103.715

2. Biaya operasional .

Biaya operasional terdiri dari biaya penggunaan listrik selama 14 hari dan biaya pemeliharaan , jika biaya listrik per kWh Rp 1400 maka total biaya pengunaan listrik nya adalah Rp 3.016.767. Sedangkan biaya pemeliharannya sekitar Rp 200.000 per satu kali panen. Sehingga total biaya operasional untuk penggunaan Heat Pump adalah Rp 3.216.767.

Tabel 3. Biaya Operasional Penggunaan Heat Pump

Biaya penggunaan listrik selama 14 hari	Rp	3.016.767
Biaya pemeliharaan per satu kali panen	Rp	200.000
Total biaya operasional	Rp	3.216.767

Tabel 4. Biaya penggunaan listrik *Heat Pump* per hari

Hari	Kebutuhan energi/hari	Biaya penggunaan listrik
1	12	Rp 415.352
2	7	Rp 245.878
3	6	Rp 216.843
4	6	Rp 186.637
5	5	Rp 152.785
6	7	Rp 250.026
7	6	Rp 210.576
8	5	Rp 169.042
9	8	Rp 256.423
10	6	Rp 207.859
11	5	Rp 156.560
12	7	Rp 238.698
13	5	Rp 184.274
14	4	Rp 125.814
Jumlah		Rp 3.016.767

Pemanas gas LPG

1. Biaya tetap .

Biaya tetap terdiri dari biaya pembelian pemanas dan pembelian tabung. Pemanas yang digunakan berjumlah dua buah dengan harga Rp 8.000.000 / pemanas. Sedangkan tabung yang digunakan berjumlah sepuluh dengan harga per tabung Rp 250.000. Berikut rincian biaya tetap untuk pemanas dengan bahan bakar LPG.

Tabel 5. Biaya Tetap Pemanas LPG

Harga 10 tabung LPG	Rp	2.500.000
Harga heater (2 X Rp 8000000)	Rp	16.000.000
Total biaya	Rp	18.500.000

2. Biaya operasional .

Biaya operasionalnya terdiri dari biaya penggunaan listrik untuk pemanas dan biaya pembelian tabung gas LPG selama masa *brooding*. Jika harga gas LPG sebesar Rp 145.000 per tabung maka biaya total selama 14 hari adalah Rp 8.150.893. Sedangkan biaya penggunaan listrik untuk dua buah pemanas jika satu pemanas 100 watt adalah Rp 94.080. Sehingga total

biaya operasional menggunakan gas LPG adalah Rp 8.244.973.

Tabel 6. Biaya Operasional Pemanas LPG

Biaya penggunaan gas LPG selama 14 hari	Rp	8.150.893
Biaya penggunaan listrik untuk pemanas selama 14 hari	Rp	94.080
Total biaya operasional	Rp	8.244.973

Biaya operasional (Operational cost)	Biaya
Pemanas gas LPG	Rp 8.244.973
Heat Pump	Rp 3.216.767
Penghematan	Rp 5.028.206
	61%

Terdapat selisih sekitar Rp 49.603.715 dengan menggunakan *Heat Pump*. Akan tetapi biaya tetap yang merupakan biaya investasi awal *Heat Pump* dapat tertutupi dalam jangka waktu sekitar dua tahun yang diperoleh dari hasil penghematan biaya operasional yaitu 61 %.

Tabel 7. Biaya penggunaan gas LPG per hari

Hari	Penggunaan tabung/hari	Biaya penggunaan gas LPG/hari
1	8	Rp 1.122.225
2	5	Rp 664.329
3	4	Rp 585.881
4	3	Rp 504.268
5	3	Rp 412.804
6	5	Rp 675.537
7	4	Rp 568.947
8	3	Rp 456.728
9	5	Rp 692.820
10	4	Rp 561.605
11	3	Rp 423.003
12	4	Rp 644.929
13	3	Rp 497.884
14	2	Rp 339.934
Jumlah	Rp	8.150.893

V. DAFTAR PUSTAKA

Livestockreview.com,(2012): Telur dan Daging Ayam Tingkatkan Gizi dan Prestasi Bangsa.
 Incropera, F.,P.,Dewitt, D.,P., (1990): Introduction to Heat Transfer 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.
 Moran, M.,J.,(2002): Introduction to Thermal System Engineering , John Wiley & Sons.
 A. Yania, H. Suhardiyanto, Erizal, & B. P. Purwanto,(2014): Design of Stocking Density of Broiler for Closed House in Wet Tropical Climates, Media Peternakan.

VI. KESIMPULAN

Dari Tabel 8. terlihat bahwa biaya tetap penggunaan *Heat Pump* lebih besar dari pada biaya tetap penggunaan pemanas gas LPG yaitu sekitar tiga kalinya. Sedangkan biaya operasional menggunakan *Heat Pump* dari hasil kajian diatas lebih kecil dari biaya operasional menggunakan pemanas gas LPG sekitar dua setengah kalinya.

Tabel 8. Perbandingan Biaya Tetap (Cost Fixed)

Biaya tetap (cost fixed)	Biaya
Heat Pump	Rp 68.103.715
Pemanas gas LPG	Rp 18.500.000
	Rp 49.603.715

Sedangkan Tabel. 9 memperlihatkan bahwa biaya operasional menggunakan pemanas gas LPG lebih besar dari pada biaya operasional menggunakan *Heat Pump* .

Tabel 9. Perbandingan Biaya Operasional