



INFOMATEK

Volume 19 Nomor 1 Juni 2017

## KAJIAN TEORITIK PEMILIHAN *HEAT PUMP* DAN PERHITUNGAN SISTEM SALURAN PADA KANDANG PETERNAKAN AYAM BROILER SISTEM TERTUTUP

Evi Sofia<sup>1)</sup>, Abdurrachim<sup>\*\*)</sup><sup>\*</sup>Universitas Nurtanio<sup>\*\*</sup>Institut Teknologi Bandung

**Abstrak:** Kebutuhan daging ayam ras broiler (ayam pedaging) cenderung meningkat setiap tahun. Dengan terus meningkatnya konsumsi daging ayam tersebut diperlukan 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. Penggunaan *Heat Pump* sebagai pemanas untuk kandang peternakan ayam broiler memang tidak lazim digunakan. Akan tetapi di beberapa negara penggunaan *heat pump* dengan fluida kerja air dari tanah (*Ground Source Heat pumps/GSHP*) banyak digunakan sebagai pemanas kandang ayam. Penggunaan *heat pump* dengan sistem kompresi uap masih belum ditemui. Kajian ini bertujuan untuk mencoba memanfaatkan *Heat pump* dengan sistem kompresi uap jika digunakan sebagai pemanas kandang ayam. Kajian diawali dengan menghitung energi yang dibutuhkan kandang, pemilihan *heat pump* dan perhitungan *ducting*. Dari hasil kajian ini menunjukkan bahwa penggunaan *heat pump* sebagai pemanas kandang ayam memungkinkan untuk digunakan.

**Kata kunci:** *ducting*, *heat pump*, *Ground Source Heat pumps*

### I. PENDAHULUAN

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. Ayam memerlukan temperatur ruangan yang berbeda-beda pada setiap masa

pertumbuhannya. Umur 0 sampai dengan 14 hari (masa *brooding*), ayam membutuhkan temperatur lingkungan sekitar 29-34°C sedangkan umur 14 sampai dengan panen (kurang lebih 32 hari) ayam memerlukan temperatur udara sekitar 26-27°C (Yania dkk. [1]). Pada saat usia *brooding* adalah usia yang menentukan ayam tersebut akan berkembang dengan baik atau tidak. Akibat dari kebutuhan temperatur pada masa *brooding* yang bervariasi tersebut dibutuhkan sistem pemanas ruangan. Sistem pemanas ruangan

<sup>1)</sup> e.sofia@gmail.com

yang digunakan biasanya menggunakan bahan bakar gas (LPG). Seiring dengan terus meningkatnya harga gas maka diperlukan alternatif sistem pemanas lain yang lebih efisien. Kajian ini mencoba memberikan alternatif sistem pemanas lain yaitu *heat pump* dengan sistem kompresi uap.

## II. METODE PENELITIAN

Tahapan dari kajian ini terdiri dari

1. Menghitung kebutuhan energi kandang.
2. Pemilihan sistem pemanas alternatif berdasarkan kebutuhan energinya (*heat pump*)
3. Perhitungan *ducting*.

Kajian dilakukan di peternakan milik 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 x 12 m x 2 m yang dapat menampung sebanyak 15.500 ekor ayam dewasa.

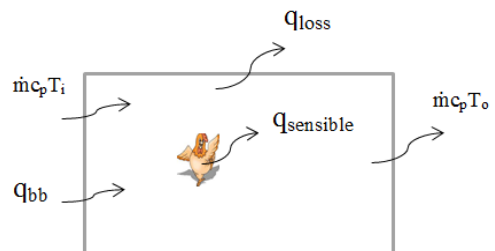


**Gambar 1**

Gambar bagian dalam kandang ayam

## III. PERHITUNGAN KEBUTUHAN ENERGI

Perhitungan kebutuhan energi perhari diperoleh dengan terlebih dahulu mendefinisikan sistem dari kandang ayam. Dari sistem tersebut kemudian dihitung kesetimbangan energi dari kandang ayam dengan cara menghitung energi yang masuk dan keluar sistem. Gambar 2 adalah gambar sistem kandang ayam yang akan dianalisis.



**Gambar 2**

Sistem Kandang

Dari sistem itu kemudian diperoleh kesetimbangan energinya sebagai berikut (Incropera dkk. [2]):

$$(\dot{m}c_p T)_{\text{masuk}} = (\dot{m}c_p T)_{\text{keluar}} \quad (1)$$

$$\dot{m}c_p T_i + q_{\text{sensible}} + q_{\text{bb}} = \dot{m}c_p T_o + q_{\text{loss}} \quad (2)$$

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

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

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

$q_{\text{sensible}}$  = Panas *sensible* dari ayam, kW

Tabel 1 memperlihatkan hasil perhitungan besarnya kebutuhan energi per hari dan penggunaan tabung per hari 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 <sub>o</sub> , K	291	295	295	295	295	295	295
q <sub>ik</sub> ,kW	1162	1170	1170	1170	1170	1756	1756
q <sub>ok</sub> ,kW	1210	1202	1202	1202	1202	1803	1803
q <sub>loss</sub> , kW	11	10	10	10	10	10	10
q <sub>sensible</sub> , kW	10	13	16	20	24	28	33
q <sub>k</sub> ,kW	49	29	26	22	18	30	25
m <sub>dot</sub> 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 <sub>o</sub> , K	295	295	295	295	295	295	295
q <sub>in</sub> ,kW	1756	2341	2341	2341	2926	2926	2926
q <sub>out</sub> ,kW	1803	2404	2404	2404	3005	3005	3005
q <sub>loss</sub> , kW	10	10	10	10	10	10	10
q <sub>sensible</sub> , kW	38	43	49	55	61	67	74
q <sub>k</sub> ,kW	20	31	25	19	28	22	15
m <sub>dot</sub> 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 pada beberapa pertimbangan antara lain lebih aman, tahan lama, tidak menimbulkan polusi udara, panas yang dihasilkan lebih stabil dan terfokus dan temperaturnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

Sebagai acuan dalam pemilihan *heat pump* adalah besarnya kebutuhan bahan bakar maksimum. Dari hasil perhitungan sebelumnya diperoleh kebutuhan bahan bakar maksimum yaitu sebesar **49 kW**. Berdasarkan teori dari siklus kompresi uap (Moran [3]), bahwa besarnya unjuk kerja mesin pendingin atau COP diperlihatkan dalam Persamaan (3) dan (4).

$$COP = q_e / W_k \quad (3)$$

$$COP = \frac{q_c - W_k}{W_k} \quad (4)$$

Dimana :

COP = Unjuk kerja mesin (*Coeffisien of Performance*)

W<sub>k</sub> = Kerja/daya kompresor

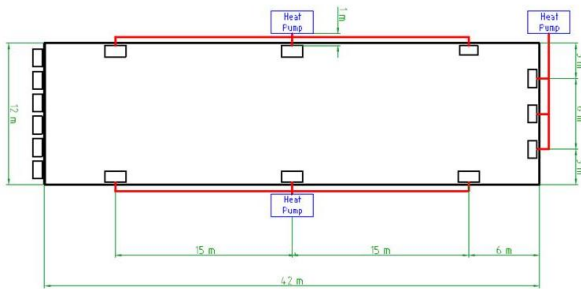
q<sub>c</sub> = Kapasitas pemanas

q<sub>e</sub> = Kapasitas pendinginan

Jika kebutuhan bahan bakar dianggap sama dengan kapasitas pemanas (q<sub>c</sub>) maka dengan COP sebesar 3, akan diperoleh besarnya daya kompresor sebesar 13 kW atau sekitar 17 HP.

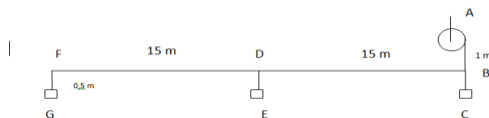
## V. PERHITUNGAN SISTEM SALURAN (DUCTING)

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 dengan pengelolaan sistem saluran (*ducting*) seperti pada Gambar 3, 4 dan 5.



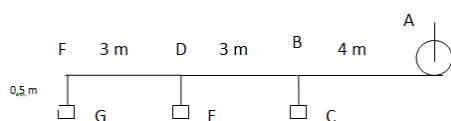
**Gambar 3**

Peta sistem saluran



**Gambar 4**

Layout *duct* samping



**Gambar 5**

Layout *duct* depan

Perhitungan *ducting* mengacu pada kebutuhan udara dari kandang. Dari buku panduan lengkap ayam disebutkan bahwa kecepatan aliran udara ideal di dalam kandang adalah 120 m/menit atau sekitar 2 m/s [1]. Dari spesifikasi mesin ditentukan bahwa debit dari udara adalah 0,6 m<sup>3</sup>/s.

Ada 3 metode dalam mendesain *ducting* yaitu [3]:

1. *Velocity method*
2. *Equal friction method*
3. *Optimatimization of duct system*

Kajian perhitungan sistem saluran (*ducting*) dilakukan dengan metode *Equal friction*, yaitu *ducting* didesain untuk menghasilkan kehilangan tekanan yang konstan per unit panjang *ducting*.

Persamaan dasar untuk menghitung *Pressure Drop* pada saluran lurus dengan penampang lingkaran adalah sebagai berikut :

$$\Delta p = f \frac{L}{D_h} \frac{V^2}{2} \rho \quad (5)$$

Dimana :

$\Delta p$  = *Pressure drop*, Pa

f = faktor gesek

L = panjang, m

$D_h$  = Diameter hidrolik saluran, m

V = kecepatan, m/s

$\rho$  = berat jenis fluida, kg/m<sup>3</sup>

Faktor gesekan f adalah fungsi dari rumus *Reynold* dan kekasaran relatif permukaan pipa

dimana  $\epsilon$  mutlak. Keduanya dipresentasikan karena terdapat faktor gesekan. Maka diperoleh persamaan *Colebrook*.

$$f = \left\{ \frac{1}{1.14 + 2 \log \frac{D}{\epsilon} - 2 \log \left[ 1 + \frac{9.3}{R_e} (\epsilon/D) \sqrt{f} \right]} \right\}^2 \quad (6)$$

Bahan *ducting* dipilih *Galvanized iron/ BJLS* (baja lapis seng) dengan kekasaran permukaannya,  $\epsilon = 0,15 \text{ mm}$  [3].

Karena bagian samping mempunyai ukuran yang sama maka perhitungan dilakukan hanya pada satu sisi saja.

Dari hasil perhitungan diperoleh dimensi dari *duct*, yaitu diameter *duct* karena *duct* yang akan dipilih berbentuk segiempat maka diameter *duct* dianggap sebagai diameter hidrolis ( $D_h$ ). Dimana diameter hidrolis empat kali luas dibagi perimeter :

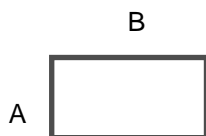
$$D_h = \frac{4(AB)}{2(A+B)} \quad (7)$$

Dimana ;

$D_h$ = Diameter hidrolis

A = Tinggi *duct*

B = Lebar *duct*



**Gambar 6**  
Dimensi *duct*

Jika tinggi *duct* (A) adalah setengah dari lebar *duct* (B) maka akan diperoleh dimensi *duct* seperti terlihat pada Tabel 2 dan 3.

**Tabel 2**

Hasil perhitungan mencari dimensi *ducting* bagian samping

Bagian	Dh	A	B	Panjang
	m	m	M	
AB	0,391	0,293	0,586	1,00
BC	0,245	0,183	0,367	0,50
BD	0,551	0,413	0,826	15,00
DE	0,291	0,219	0,437	0,50
DF	0,485	0,364	0,728	15,00
FG	0,245	0,183	0,367	0,5

**Tabel 3**

Hasil perhitungan mencari dimensi *ducting* bagian depan

Bagian	Dh	A	B	Panjang
	M	m	m	
AB	0,357	0,268	0,535	4,00
BC	0,182	0,137	0,273	0,50
BD	0,294	0,221	0,442	3,00
DE	0,129	0,097	0,193	0,50
DF	0,259	0,194	0,389	3,00
FG	0,182	0,137	0,273	0,5

## VI. KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa kebutuhan energi maksimum adalah sebesar 49 kW dan kebutuhan energi maksimum diasumsikan sama dengan kebutuhan bahan bakar.
2. Jika kebutuhan bahan bakar dianggap sama dengan kapasitas pemanas ( $q_c$ ) maka dengan COP sebesar 3, akan

diperoleh besarnya daya kompresor sebesar 13 kW atau sekitar 17 HP.

3. Heat pump dipilih sesuai dengan daya kompresor yang diperoleh dari hasil perhitungan yaitu sebesar 17 HP.
4. 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.
5. Dari hasil perhitungan diperoleh dimensi duct seperti pada tabel 2 dan tabel 3.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Yania, H. Suhardiyanto, Erizal, & B. P. Purwanto. 2014. Design of Stocking Density of Broiler for Closed House in Wet Tropical Climates, Media Peternakan.
- [2] Incropera, F.,P., Dewitt, D.,P. 1990. Introduction to Heat Transfer 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons, New York.
- [3] Moran, M., J. 2002. Introduction to Thermal System Engineering, John Wiley & Sons.