

REDESAIN SALURAN DISTRIBUSI UDARA RUANG MUAT SAPI KAPAL *LIVESTOCK VESSEL*

Hasan Syaiful Islam.^{1*}, Ir. Eko Julianto, M.Sc., MRINA..², Ekky Nur Budiyo, S.ST., MT³

Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan TPK, PPNS, Surabaya, Indonesia^{1*}

Jurusan TPK, PPNS, Surabaya, Indonesia²

Jurusan TPK, PPNS, Surabaya, Indonesia³

Email: cakhasan1994@gmail.com^{1*}; ekojulianto@gmail.com^{2*}; ekkynurbudiyanto@gmail.com^{3*};

Abstrak

Kapal Livestock Vessel merupakan kapal yang memuat hewan sapi yang diproduksi oleh PT. Adi Luhung Sarana Segara Indonesia. Pada ruang muat terdapat 72 ekor dengan jenis sapi Fries Holland yang dapat menghasilkan panas di ruang muat sapi geladak dasar. Desain saluran udara yang digunakan untuk mendistribusikan udara di ruang muat sapi kapal Livestock Vessel tidak merata. Dalam hal ini saluran udara harus didesain ulang sesuai standart marine order 43. Pada tugas akhir ini akan dilakukan desain ulang saluran distribusi udara yang ada ruang muat sapi kapal *Livestock Vessel*. Desain saluran udara yang sudah ada setelah ditinjau ulang ternyata tidak sesuai dengan standart Marine Order 43. Dengan tujuan untuk mendapatkan pola aliran, tekanan udara, kecepatan udara, dan distribusi temperatur yang merata terjadi di ruang muat sapi geladak dasar. Dalam mendesain saluran udara khususnya ukuran saluran udara menggunakan metode *Static Regain* panduan *handbook Carrier part 2 air distribution*. Didapatkan desain saluran distribusi baru yang menghasilkan kecepatan udara rata-rata 10 m/s, tekanan udara didalam ruangan sebesar 750 pascal yang terjadi pada *outlet* saluran distribusi udara dan temperature rata-rata 24°C yang ada di ruang muat geladak ganda dasar kapal *Livestock Vessel* telah memenuhi Marine Order 43 dengan menggunakan *computational fluid dynamics* dalam software ANSYS R 17.2.

Kata kunci: *Beban panas yang dihasilkan ruang muat sapi, Saluran udara, Metode Static Regain, Temperature ruang, Kapal livestock vessel, Computational fluid dynamic ANSYS 17.2*

1. PENDAHULUAN

Fungsi dari saluran udara (ducting) adalah untuk menyalurkan udara dari peralatan pengkondisian udara ke ruang muat sapi yang dikondisikan. Demi memenuhi fungsi tersebut, dalam pelaksanaannya sistem harus dirancang dengan menentukan luas ruangan yang tersedia, kerugian karena debit udara, gesekan, panjang, dan kecepatan. Dalam mendesain kriteria perancangan praktis dan juga pertimbangan keseimbangan antara biaya awal dan biaya operasi. Dalam merancang saluran udara di ruang muat menggunakan *handbook carrier part 2 air distribution* dengan tujuan untuk mendapatkan tekanan udara, kecepatan udara, dan temperature udara yang merata.

2. METODOLOGI

2.1 Prosedur Penelitian

Fungsi dari saluran udara adalah untuk menyalurkan udara dari peralatan pengkondisian udara ke ruangan yang dikondisikan. Demi memenuhi fungsi tersebut, dalam pelaksanaannya sistem harus dirancang dengan menentukan luas ruangan yang tersedia, kerugian karena gesekan (*friction loss*), dan kecepatan. Dalam mendesain kriteria perancangan praktis dan juga pertimbangan keseimbangan antara biaya awal dan biaya operasi. Selain itu, ditambahkan juga mengenai konstruksi yang direkomendasikan untuk berbagai variasi tipe sistem *duct*.

2.2. Beban panas Internal

Panas Internal adalah panas yang dihasilkan oleh segala yang ada dalam ruangan yang di mempengaruhi suhu dan kelembapan di ruangan .

1.1.1 2.2.1. Panas Yang dihasilkan Sapi

Kehilangan panas pada lingkungan kandang akan meningkat seiring dengan menurunnya bobot badan hewan pada kondisi temperatur lingkungan kandang yang semakin menurun. Produksi panas yang berhubungan dengan bobot badan hewan akan memperlihatkan penurunan kehilangan panas (*heat loss*) dengan peningkatan bobot badan. Sebagai contoh sapi dengan bobot 400 – 500 kg menghasilkan panas kisaran 2 W/kg. Dapat disimpulkan bahwa kenaikan suhu lingkungan akan menurunkan total panas yang diproduksi oleh sapi perah. Kondisi ini menunjukkan bahwa ternak (sapi perah) akan mempertahankan panas tubuhnya sesuai dengan keadaan suhu lingkungan. Luas permukaan kulit sapi dengan berat 454,5 kg memiliki luas permukaan 4,3 m².

2.2.2. Panas Lampu

Panas dari lampu dalam satu ruangan bisa tidak diperlukan apabila ruangan tersebut didesain dengan penerangan dari sumber alam sebagai contohnya adalah jendela kaca “sky light” sehingga pada siang hari diasumsikan tidak perlu menggunakan penerangan lampu. Apabila ruangan menggunakan penerangan lampu maka beban panas dari lampu penerangan dapat diperhitungkan.

2.3. Panas Eksternal

Panas *eksternal* adalah panas yang dihasilkan oleh segala yang ada dalam ruangan yang di mempengaruhi suhu di ruangan. Untuk membahas panas yang dihasilkan dari beban panas *eksternal* menghitung pancaran yang dihasilkan matahari pada saat siang hari.

2.3.1. Panas yang dihasilkan Matahari

Panas matahari bisa sampai ke planet bumi tanpa zat perantara, perpindahan kalor dari matahari ke bumi adalah melalui pancaran atau radiasi. Josef stefan (1835 – 1893) berdasarkan pada hasil eksperimen menyatakan bahwa besarnya energi yang dipancarkan oleh per satuan waktu persatuan luas. Di buku Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1980, *Sistim Penyegar Udarahalaman* 112 bab beban panas. Radiasi sangat dipengaruhi dengan kedudukan bidang yang terkena pancaran panas yang dikeluarkan matahari. Sesuai dengan kedudukan permukaan bidang terhadap arah datangnya radiasi, maka radiasi matahari langsung. Mencari ketinggian matahari dan azimuth matahari dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$i = \sin \psi \times \sin \delta + \cos \psi \cos \delta \cos 15 \tau$$

$$\cos \alpha = \frac{\sin h \sin \psi - \sin \delta}{\cos h \cos \psi}$$

(2.1)

Dimana:

α : Azimut matahari

h : Ketinggian matahari

ψ : Kedudukan garis lintang

(lintang Utara adalah positif, dan lintang selatan adalah negatif)

δ : Deklinasi Matahari

τ : Saat penyinaran matahari

(dalam hal ini: pukul 12.00 siang adalah 0. siang hari (P.M) adalah positif, pagi hari(A.M) adalah negatif.)

Sesuai dengan kedudukan permukaan bidang terhadap arah datangnya radiasi maka radiasi matahari langsung dapat dirumuskan dengan:

$$J_{\beta} = 1164 \times P^{cosec} h \times \cos h \times \cos \alpha \quad (2.2)$$

Dimana:

J_{β} : Radiasi matahari langsung pada bidang vertikal. (kcal/m² jam)

h : Ketinggian matahari

α : Azimut matahari

P : Permeabilitas atmosferik (0,6-0,75 pada hari yang cerah).

1164 : konstanta panas matahari (radiasi matahari rata-rata tahunan di antariksa) (kcal/m² jam)

Sedangkan untuk radiasi matahari tidak langsung dapat dirumuskan dengan:

$$J_s = 1164 \frac{1}{2} \sin h \times \frac{1 - P^{cosec} h}{1 - 1,4 \ln P} \quad (2.3)$$

Dimana:

J_s : Radiasi matahari tidak langsung (kcal/m² jam)

Menghitung volume udara

1.1.2 Static regain

Pada metode ini ukuran ducting didesain sesuai ukuran yang telah ditentukan dengan cara mengikuti *procedure* yang ada pada *handbook Carrier part 2 air distribution*. Sehingga kenaikan tekananstatic (static regain) akibat penurunan kecepatan didalam percabangan. Setelah mengalami percabangan di rekomendasikan untuk dimensi mengalami reduksi sebesar $\pm 20\%$ dari ukuran section sebelumnya. Akibatnya, tekanan statis dari ujung ducting akan mengalami penurunan atau kenaikan tekanan yang terjadi pada saluran udara yang dipengaruhi panjang dan pengecilan ukuran luas penampang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan beban panas internal dan eksternal ruang muat sapi

Desain ulang saluran udara dilakukan berdasarkan *general arrangement* ruang muat kapalgeladak ganda yang disesuaikan dengan luas area yang tersedia di lapangan. Gambar 1 menunjukkan desain saluran udara baru yang didesain sesuai Marine order 43 sehingga dapat mencukupi pada luas area yang tersedia.

Tabel 1 Tabel beban panas sensibel ruang muat sapi Kapal Livestock Vessel

No	Nama	Panas yang dilepas (Watt)	Jumlah	Total Panas yang dilepas (kW)
1	Sapi	443,57	72	31,937
3	Lampu Penerangan	20,00	8	0,160
4	Radiasi matahari deck (starboard)	12440,25	1	12,440
5	Radiasi matahari deck (portside)	6506,83	1	6,507
TOTAL				51,044

Tabel 2 Tabel beban panas laten ruang muat sapi Kapal Livestock Vessel

No	Nama	Panas yang dilepas (Watt)	Jumlah	Total Panas yang dilepas (kW)
1	Sapi	434,47	72	31,282
TOTAL				31,282

3.2 Perhitungan desain saluran udara ruang muat sapi Kapal Livestock Vessel

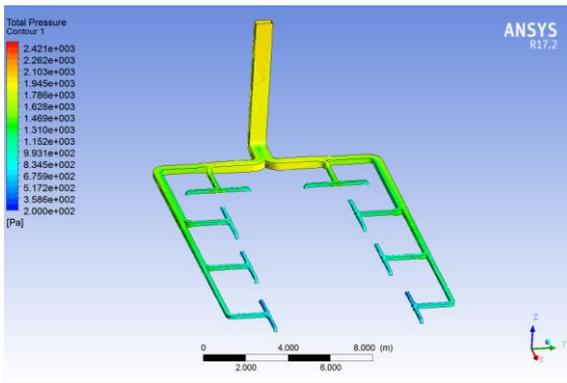
Dalam perhitungan desain *ducting* mengacu pada *handbook Carrier* yang menjelaskan tentang desain dimensi ukuran layout ducting. Dimana dalam penentuan kecepatan mengacu pada kecepatan medium yang telah dijelaskan di buku "*Investigation of Ventilation Efficacy on Livestock vessel*" Sehingga didapatkan desain yang sesuai standart AMSA MO43. Untuk panduan desain saluran distribusi udara diruang muat kapal *livestock vessel* mengacu *handbook Carrier Part 2 Air Distribution* yang mengatur metode Static Regain pembuatan dimensi ducting.

$$\text{Luasan Ducting} = 5392 \text{ cfm} / 1982,7 \text{ fpm} = 2,64 \text{ Sq ft}$$

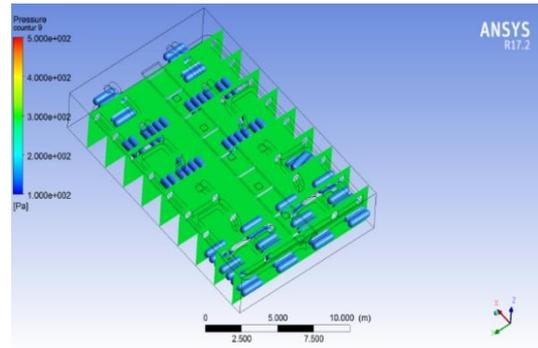
Dari hasil perhitungan diatas didapatkan dimensi *ducting* seluas 2,64 Sq ft yang kemudian dicari diameter ekivalen (De) pada *Circular equivalent* diameter sehingga didapatkan diameter equivalent 22,1 inchi.sehingga didapatkan dimensi saluran udara rectangular 16x28 in yang kemudian dijadikan sebagai dimensi ducting header.

3.5 Analisa distribusi udara ruang muat sapi

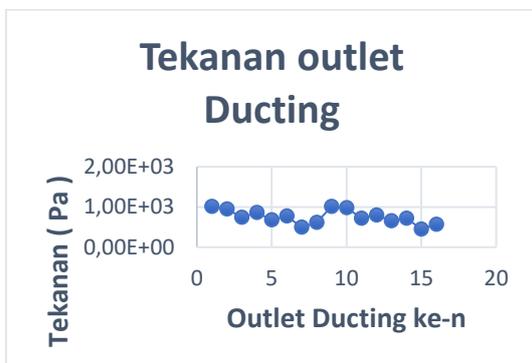
Dari pemodelan software Ansys 17.2 dapat diketahui hasil dari desain yang dibuat dengan metode static regain dengan panduan *handbook carrier part 2 air distribution* Prinsip dasar memperoleh data statis adalah ukuran dari *duct* ditambah dengan tekanan statis (diperoleh dari kecepatan reduksi) pada setiap cabang. Tekanan statis pada setiap cabang direcomendasikan memiliki kecepatan, tekanan yang tidak jauh berbeda .Prosedur yang digunakan untuk merancang sebuah sistem *duct* sesuai dengan prosedur yang telah dijelaskan, pilih terlebih dahulu kecepatan kipas (*fan*) .



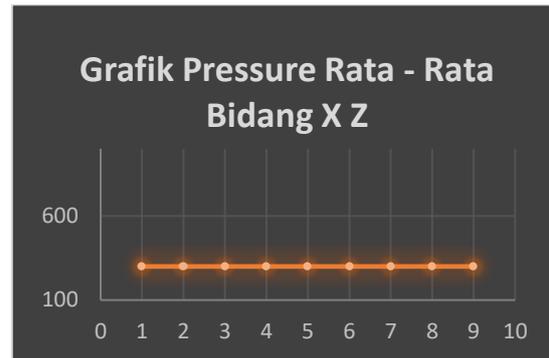
Gambar1 Saluran udara ruang muat



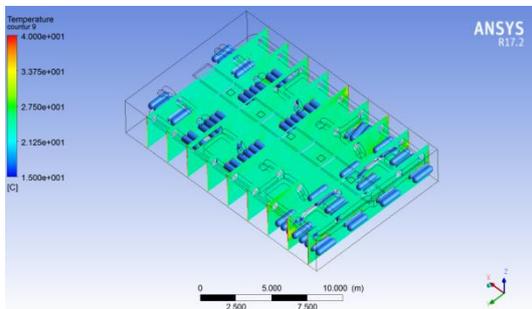
Gambar 5 Tekanan udara ruang muat sapi



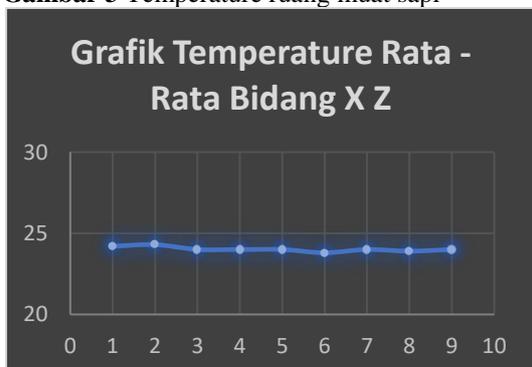
Gambar 2 Grafik distribusi udara pada saluran udara



Gambar 6 Grafik distribusi tekanan pada ruang muat



Gambar 3 Temperature ruang muat sapi



Gambar 4 Grafik distribusi temperature pada ruang muat

2 KESIMPULAN

Hasil dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Total beban panas internal sebesar 32,092 kW sedangkan untuk total beban panas eksternal sebesar 18,947 kW di ruang muat sapi.
2. Redesain saluran distribusi udara pada ruang muat kapal *Livestock vessel* sudah memenuhi sesuai yang ditentukan standar *AMSA MO43* setelah di simulasikan pada software Ansys 17.2.
3. Seperti pola aliran udara yang merata memenuhi ruangan, temperature ruangan 24°C , tekanan udara 300 Pa, dan kecepatan udara 10 m/s yang terjadi pada outlet saluran distribusi udara. Pada perhitungan desain saluran yang digunakan mengalami penurunan kecepatan pada titik outlet ducting sebesar 1,5 m/s yang terjadi pada outlet 15 dan outlet 8 disebabkan banyaknya branch dan panjang ducting.
4. Dari pemodelan yang telah dilakukan desain saluran distribusi udara yang telah didesain pada ruang muat sapi kapal *livestock vessel* dengan kapasitas

supply udara sebanyak 5392 CFM dan temperature coil 7 °C yang didapatkan dari diagram psikometrik telah memenuhi kebutuhan temperature diruangan muat sapi. Temperature rata-rata ruangan sebesar 24,25 °C muat sapi kapal *livestock vessel* yang ditentukan “*AMSA MO43*”. Dimana untuk bidang 1 adalah sebesar 24,2 °C, bidang 2 sebesar 24,3 °C, bidang 3 sebesar 24°C, bidang 4 sebesar 24°C, bidang 5 sebesar 25°C, bidang 6 sebesar 23,8°C, bidang 7 sebesar 24°C, bidang 8 sebesar 23,9 °C, serta bidang 9 sebesar 24°C. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa nilai temperatur rata-rata tertinggi terletak pada bidang 2 yaitu 24,25°C yang disebabkan total beban panas sapi yang saling berdekatan di daerah bidang tersebut.

Saluran Udara Tunggal dengan Saluran Udara Peti di Kapal Ternak 1200 GT (Studi Kasus KM CAMARA NUSANTARA 1) Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

2. ASHRAE, Chapter 21, *Duct Design*, 2009.
3. *Australian Standard for The Export of Livestock version 2,2*, 2010, *Vessel Preparation and Loading*, Department Agriculture, Fisheries and Forestry.
4. Hidayatullah, Rahmat Nur, (2015). “*Analisa Aliran Udara di Ruang Kamar Mesin dan Ruang Pompa pada Kapal 50 Men Accomadation Work Barge*”, Surabaya. PPNS.
5. Carrier Corporation, McGraw-Hill, 1965. “*Carrier Content Part 2 Air Distribution*” Universitas Michigan.
6. Marine Order 43 (Cargo and cargo handling – Livestock), 2006.
Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1980, *Sistim Penyegar Udara*, Jakarta: Gramedia.

5. DAFTAR NOTASI

- α = Azimut matahari
- P = Permeabilitas atmosferik
- c = Panas jenis produk diatas temperatur beku (J/Kg °C)
- Q = Besarnya panas dipindahkan (W/m²)
- h = Ketinggian matahari
- RH = Kelembaban relatif (%)
- τ = Saat penyinaran matahari
- ρ = Massa jenis udara (kgm⁻³)
- J_{β} = Radiasi langsung bidang vertical (kcal/m² jam)
- ψ = Kedudukan garis lintang
- K = Konduktivitas (w)
- δ = Deklinasi Matahari
- L = Panjang (m)
- v_s = Debit udara
- m = Massa benda yang mengeluarkan panas (Kg)
- v = Kecepatan udara (m/s)

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Ardiansyah Misbahuddin, 2016, *Evaluasi Perbandingan Distribusi Aliran Udara pada*

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan