

Analisa Beban Pendingin Pada Peti Kemas Untuk Pengiriman Udang

Taufan Arif Adlie ¹, Fazri ²

^{1,2)} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Samudra

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 10 Oktober 2014

Direvisi dari 20 Oktober 2014

Diterima 30 Oktober 2014

Kata Kunci:

Refrigerasi,

Beban Pendingin,

Kelembaban Relatif

ABSTRAK

Bidang refrigerasi dan pengkondisian udara saling berkaitan satu sama lain, tetapi masing-masing mempunyai ruang lingkup yang berbeda. Penerapan teknik refrigerasi yang terbanyak adalah refrigerasi industri yang meliputi pemrosesan, pengawetan makanan, penyerapan kalor dari bahan-bahan kimia, perminyakan dan industri petrokimia. Selain dari itu, terdapat penggunaan khusus seperti pada industri manufaktur dan konstruksi. Tulisan ini menganalisa beban pendingin pada peti kemas yang terdapat pada kabin pendingin peti kemas yang suhunya harus dipertahankan oleh sistem refrigerasi. Kapasitas peti kemas adalah sebesar 27 Ton (udang) dengan beban pendingin total diperoleh sebesar 6,81 KW, temperature kabin -18 °C dengan kelembaban relatif 50 %, temperature lingkungan 38 °C dengan kelembaban relatif 85 %. Refrigerant yang digunakan pada system adalah R134a karena ramah terhadap lingkungan..

© 2014 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan Negara kelautan yang kaya akan hasil lautnya seperti cumi-cumi, udang, ikan dan lainnya. Hasil-hasil laut tersebut seperti udang dengan kualitas baik sebagian besar diekspor ke negara lain atau dikirim dari satu wilayah ke wilayah lain untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri.

Udang bersifat mudah membusuk sehingga mempengaruhi harga jualnya. Udang yang dikirim dalam jangka waktu tertentu harus tetap dijaga kualitasnya, rasanya, baunya didalam peti kemas sehingga tetap dalam kondisi baik bila dipasarkan ke konsumen. Untuk menjaga hal-hal tersebut diatas, udang tersebut harus diawetkan selama dalam proses pendistribusian dari satu tempat ke tempat lain. Mekanisme pengawetan udang tersebut dapat dilakukan dengan pendinginan sedikit dibawah titik bekunya didalam peti kemas yang didalamnya telah dirancang sistem refrigerasi. Sistem refrigerasi didalam peti kemas tersebut bertujuan untuk mempertahankan suhu, kelembaban sehingga bakteri pembusuk pada udang tersebut dapat dihambat perkembangbiakannya.

Didalam pengiriman udang menggunakan peti kemas harus diperhatikan hal-hal yang mempengaruhi beban pendinginan yang akan ditanggung oleh sistem refrigerasi, untuk itu perlu dilakukan sebuah analisa terhadap beban pendingin pada peti kemas tersebut agar pemilihan sistem refrigerasi tepat.

Tujuan analisa beban pendingin pada peti kemas untuk pengiriman udang ini adalah untuk menghitung berapa besar beban pendinginan yang ditanggung oleh sistem refrigerasi pada peti kemas yang digunakan untuk pengiriman udang.

2. Metodologi Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian ini menggunakan Metode analisa beban pendingin pada peti kemas untuk pengiriman udang meliputi pengamatan dan pengukuran ke lapangan, pemilihan sistem pada siklus refrigerasi, pengolahan data dan analisa data.

Pada hasil pengamatan dan pengukuran dilapangan pada peti kemas dilakukan untuk memperoleh data-data temperatur didalam peti kemas, temperatur lingkungan,

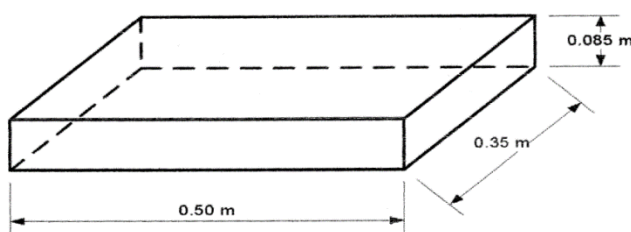
temperatur dinding peti kemas pada suhu puncak, kapasitas peti kemas, panjang internal peti kemas, lebar internal peti kemas dan tinggi internal peti kemas. Peti kemas tersebut dapat dilihat pada gambar 1. Pemilihan sistem pada siklus refrigerasi dilakukan untuk siklus kompresi uap yang efisien dipakai pada refrigerasi.



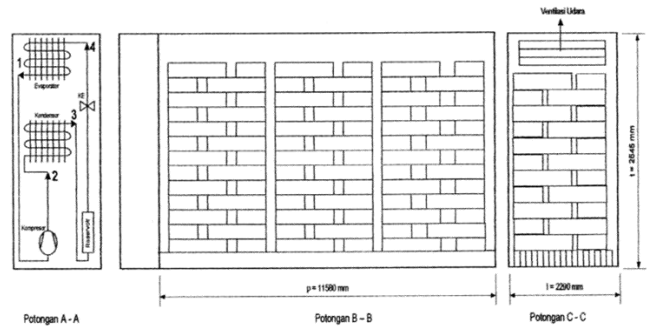
Gambar 1. Salah satu jenis peti kemas

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh analisa beban pendingin antara lain panas yang dihasilkan produk (udang), panas yang berasal dari udara luar, panas dari peralatan penghasil panas, panas yang bersumber dari pekerja dan panas infiltrasi (perambatan).

Pada analisa ini, produk yang akan disimpan didalam peti kemas tersebut terlebih dahulu dikemas dalam kotak dengan ukuran panjang adalah 0,50 m, lebar adalah 0,35 m dan tinggi adalah 0,085 m, rancangan peti kemas dapat dilihat pada gambar 2. Setiap kotak berisi 10 kg udang dan susunan kotak kemasan udang didalam peti kemas dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Kotak kemasan udang



Gambar 3. Susunan kotak kemasan udang didalam peti kemas

3. 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan dari data-data yang diperoleh dari lapangan maka banyaknya kotak kemasan udang adalah 2700 kotak, volume kotak kemasan adalah $0,014875\text{m}^3$, volume total kotak udang adalah $40,1625\text{ m}^3$ dan volume peti kemas adalah $67,4888\text{ m}^3$

Selanjutnya menghitung beban pendingin yang ada pada peti kemas diantaranya: Panas yang bersumber dari produk (udang), panas yang berasal dari udara luar, panas yang bersumber dari motor listrik penggerak fan, panas yang bersumber dari pekerja dan panas udara luar yang merambat ke dalam ruang pendingin (infiltrasi)

3.1. Panas yang Bersumber dari Produk (Udang)

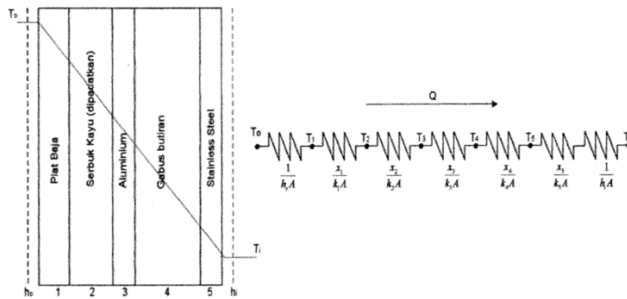
Seperti yang telah dibahas sebelumnya, pada analisa ini, sebelum udang ditempatkan ke dalam peti kemas udang tersebut telah mengalami pengkondisian udara dan kelembaban pada saat proses pengepakan didalam *cold storage* sehingga beban pendingin yang berasal dari produk (udang) dapat diabaikan $Q = m \times c_p \Delta T$, dimana dalam hal ini diasumsikan tidak ada perubahan suhu yang berarti $\Delta T = 0$, maka $Q = 0$.

3.2. Panas yang Merambat dari Dinding (Konduksi)

Panas yang merambat dari dinding (konduksi) terdiri dari: perpindahan panas pada dinding kiri dan kanan peti kemas, perpindahan panas pada dinding depan dan belakang peti kemas dan perpindahan panas pada atap dan lantai peti kemas.

3.2.1. Analisa perpindahan panas dari luar ke dalam pada dinding kiri dan kanan peti kemas

Pada analisa ini, struktur lapisan dinding kiri dan kanan peti kemas adalah sama.



Gambar 4. Struktur lapisan dinding kiri dan kanan peti kemas

Temperatur udara diluar peti kemas 38°C dan temperatur udara didalam peti kemas adalah -18°C , kecepatan udara diluar peti kemas adalah 10 m/s dan didalam peti kemas adalah 2,5 m/s (menggunakan blower), sehingga berdasarkan table sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer dan dari hasil interpolasi, maka didapat data yang dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer

Temperatur, $^{\circ}\text{C}$	ρ , kg/m^3	μ , $\text{kg/m.sx } 10^{-5}$	k , $\text{W/m.}^{\circ}\text{C}$	Pr
-18	1,3885	1,6541	0,02267	0,720
38	1,1374	1,897	0,02708	0,705

Berdasarkan persamaan nilai Bilangan Reynold untuk udara peti kemas adalah

$$Re = \frac{x.V.\rho}{\mu} \quad (1)$$

Maka berdasarkan persamaan Bilangan Nusselt pada udara peti kemas diperoleh sebagai berikut :

$$Nu = 0,023 . Re^{0,8} . Pr^{0,3} \quad (2)$$

Sehingga dengan menggunakan persamaan harga koefisien konveksi udara dapat dihitung nilai h sebagaiberikut :

$$h = Nu \frac{k}{x} \quad (3)$$

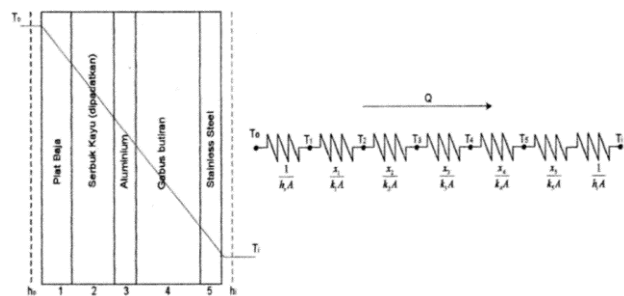
Berdasarkan gambar 3 dapat diperoleh persamaan besar koefisien perpindahan kalor menyeluruh adalah:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_0} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{x_5}{k_5} + \frac{1}{h_i}} \quad (4)$$

Berdasar persamaan Menurut Holman, besarnya perpindahan kalor pada dinding dapat dihitung dengan persamaan besar perpindahan kalor adalah $Q = U . A (T_o - T_i)$, maka perpindahan kalor total pada dinding kiri dan kanan dapat diperoleh.

3.2.2. Analisa perpindahan panas dari luar kedalam pada dinding depan dan belakang peti kemas

Pada analisa ini, struktur lapisan dinding pada bagian depan dan belakang adalah sama.

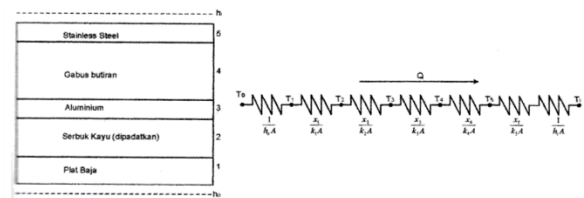


Gambar 5. Struktur lapisan dinding kiri dan kanan peti kemas

Pada dinding bagian depan peti kemas tersebut terpasang komponen-komponen utama seperti kompresor dan kondensor yang melepaskan panas diatas temperatur lingkungan. Dari hasil pengukuran diperoleh temperaturnya adalah 53°C .

3.2.3. Analisa perpindahan panas dari luar kedalam pada atap dan lantai peti kemas

Pada analisa ini, struktur lapisan atap dan lantai peti kemas adalah sama.



Gambar 6. Struktur lapisan atap dan lantai peti kemas

Dengan demikian dari seluruh analisa perhitungan diperoleh total kalor pada total beban pendinginan (*cooling load total*) yang mana dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Beban Pendingin Total

No	Sumber Kalor	Beban Pendingin (kW)
1	Dinding	4,05
2	Motor listrik penggerak fan	0,50
3	Pekerja	1,52
4	Infiltrasi	0,12
Total		6,19

Untuk menjaga keamanan sistem refrigerasi direncanakan faktor koreksi sebesar 10%. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya over load bila terjadi kebocoran yang memungkinkan kalor masuk ke dalam sistem.

Kalor yang diserap evaporator sebagai beban pendingin adalah

$$\begin{aligned}
 Q_{total} &= 6191,19 + (0,1 \times 6191,19) \\
 &= 6810,309 \text{ W} \\
 &= 6,81 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Maka kapasitas refrigerasi pada peti kemas adalah

$$Q = \frac{6,810309}{3,516} = 1,937 \text{ TR}$$

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan analisa maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Beban pendingin yang ditimbulkan meliputi Panas yang merambat dari dinding peti kemas adalah 4,05 kW, Kalor dari motor listrik penggerak fan adalah 5,01 kW, Kalor yang bersumber dari pekerja adalah 1,52 kW, Beban infiltrasi adalah 0,12 kW, Faktor koreksi beban (10%) adalah 0,62 kW, dan Total beban pendingin adalah 6,81 kW
2. Kapasitas Refrigerasi dari peti kemas tersebut adalah 1,937 TR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar Wiranto dan Saito Heizo, Penyegaran Udara, edisi keenam, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 2002.
- [2] Conde Haris, Modern Air Conditioning Practice, second edition, McGraw – Hill Book Company, Singapore, 1974.
- [3] Holman JP, Heat Transfer, edisi keenam, terjemahan oleh Jasjfi, Mc Graw Hill Ltd, New York, 1986.
- [4] Jordan C. Richard and Priester B. Gayle, Refrigeration And Air Conditioning, second edition, Prentic – Hall of India Private limited, New Delhi, 1981.
- [5] Pitts R. Donald and Sissom E Leighton, Perpindahan Kalor, seri buku schaum, terjemahan oleh E Jasjfi, Erlangga, Jakarta, 1987.
- [6] Stoecker F Wilbert, Refrigeransi dan Pengkondisian Udara, edisi kedua, Erlangga, Jakarta, 1992.

□TAR