

Perancangan Showcase Hangat dengan Memanfaatkan Panas dari Kondensor Showcase Dingin

Djaya, Christopher Pratama¹⁾, Handoyo, Ekadewi A.²⁾, Amelia³⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra (9 pt)^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : m24414035@john.petra.ac.id¹⁾, ekadewi@petra.ac.id²⁾, amelia@petra.ac.id³⁾

Abstrak. Penggunaan showcase hangat saat ini mulai meningkat, namun showcase hangat menggunakan energi yang cukup besar. Pada umumnya pengguna showcase hangat juga memiliki showcase dingin. Pada salah satu komponen showcase dingin yaitu kondensor menghasilkan panas yang cukup tinggi dan tidak termanfaatkan. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dirancang showcase hangat yang memanfaatkan panas kondensor (*wasted recovery*).

Pada penelitian ini, kondensor dirancang untuk memenuhi kebutuhan energi panas dari showcase hangat tanpa menggunakan heater listrik. Sistem ini dirancang menggunakan sistem otomatis.

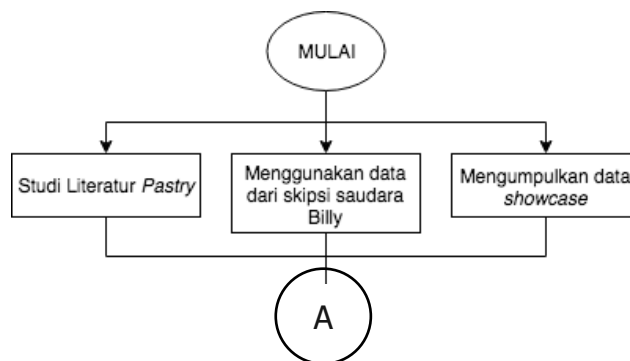
Perancangan kondensor didapatkan panjang pipa sebesar 5,3 m agar ruangan showcase dengan kapasitas 400 liter dapat mencapai temperatur 45°C dalam waktu 20 menit. Dalam pemanfaatan kondensor sebagai pemanas pada showcase hangat, kinerja dari sistem pendinginan showcase dingin tidak terganggu.

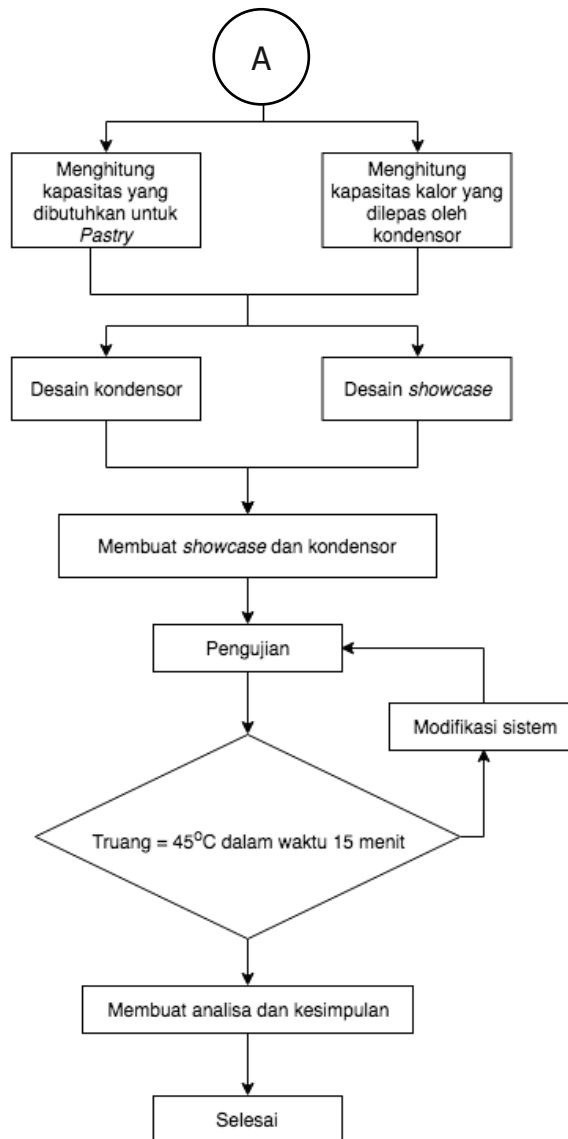
Kata Kunci: Heat recovery, heat exchanger, kondensor

1 Pendahuluan

Meningkatnya kesadaran masyarakat akan lingkungan mendorong sebagian masyarakat berupaya menghemat energi yang digunakan. Selain untuk menjaga lingkungan dari dampak buruk, menghemat energi juga bisa untuk menghemat biaya. Kesadaran untuk mengoptimalkan energi perlu dilakukan di industri-industri termasuk di usaha dibidang pangan, salah satunya toko cake dan pastry. Beberapa toko pastry memiliki showcase hangat yang dimana sumber panas tidak berasal dari heater melainkan dari lampu. Menurut (Mita, 2011) Showcase dengan pemanas memiliki tujuan menjaga agar tekstur kulit pastry tetap crispy dan dapat secara langsung diperlihatkan kepada customer. Showcase hangat mengonsumsi jumlah listrik yang besar. Showcase hangat membutuhkan kalor, sedangkan showcase dingin melepaskan kalor. Kebutuhan terhadap showcase hangat untuk menyajikan pastry yang baik dan adanya kalor yang dibuang oleh kondensor dapat digunakan bersamaan untuk menghemat energi. Kalor yang dilepas oleh kondensor dari komponen pendinginan dapat dimanfaatkan untuk memanaskan showcase hangat.

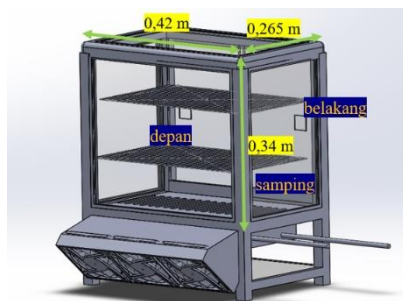
2 Metode Penelitian





3 Hasil dan Pembahasan

Mengumpulkan data terkait *showcase* yaitu temperatur 45°C, kemudian menentukan ukuran dari *showcase* hangat berdasarkan ukuran pada umumnya yaitu 0,4 x 0,25 x 0,3 m³. Setelah *showcase* jadi sesuai dengan Gambar 1.



Gambar 1. *Showcase* hangat yang dirancang

Dan ditemukan kalor yang lepas dari *showcase* hangat adalah 50 watt, kemudian dicoba ditampung dengan *pastry* ditemukan jumlah *pastry* yaitu 12 buah, dan kalor yang diserap *pastry* adalah 107,33 watt. Sehingga kalor yang dipenuhi sebesar 157,26 watt. Namun kalor yang terlepas bisa lebih besar dari pada kalor yang dihitung.

Dari persamaan 1 ditemukan kalor yang dilepas oleh kondensor

$$\dot{q} = \dot{m}(h_2 - h_3) \tag{1}$$

Sehingga kalor yang ditemukan adalah 392 watt, 3 fan digunakan untuk memenuhi udara yang dibutuhkan oleh *showcase* hangat. Melakukan perhitungan koefisien konveksi pada pipa tembaga internal dengan menggunakan persamaan 2.

$$h_{internal} = 0,555 \left[\frac{g \rho_l (\rho_l - \rho_v) k_l^3}{\mu_l (T_{sat} - T_s) D} \left(h_{fg} + \frac{3}{8} C_{pl} (T_{sat} - T_s) \right) \right]^{\frac{1}{4}} \tag{2}$$

Dari persamaan 2, ditemukan $h_{internal}$ sebesar 1213,45 W/m²K.

Menghitung koefisien konveksi terhadap bagian luar dari pipa melalui persamaan 3 yaitu

$$Nu_{cyl} = 0,3 + \frac{0,62 Re^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}}}{\left[1 + \left(\frac{0,4}{Pr} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{\frac{1}{4}}} \left[1 + \left(\frac{Re}{282000} \right)^{\frac{5}{8}} \right]^{\frac{4}{5}} \tag{3}$$

Dari persamaan 3, koefisien konveksi sebesar 62 W/m²K.

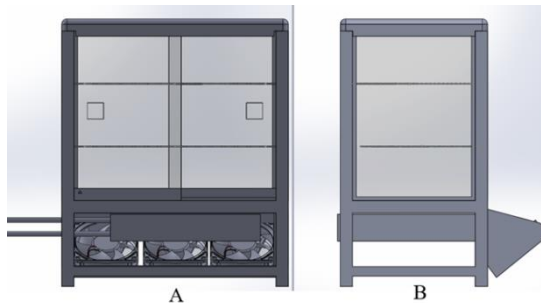
Menghitung panjang dari kondensor melalui persamaan 4

$$\frac{1}{UA} = \frac{1}{h_{luar\ pipa} \cdot A_{luar\ pipa}} + \frac{1}{h_{dalam\ pipa} A_{dalam\ pipa}} \tag{4}$$

Dari persamaan 4, ditemukan koefisien konveksi overall sebesar 155 W/m²K.

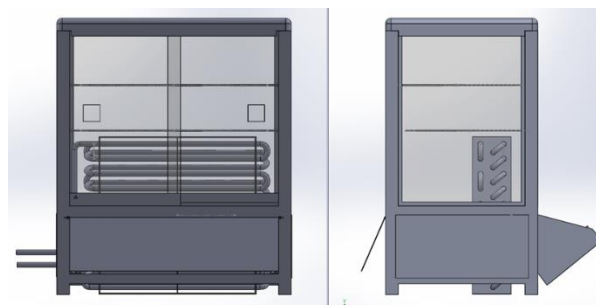
$$\dot{q} = U \cdot A_s \cdot \Delta T_{lm} \cdot F \tag{5}$$

Dari persamaan 5 ditemukan panjang pipa sebesar 5,3 meter. Namun kondensor yang ada dipasaran sebesar 6,2 meter. *Showcase* hangat dirancang sesuai dengan Gambar 2.



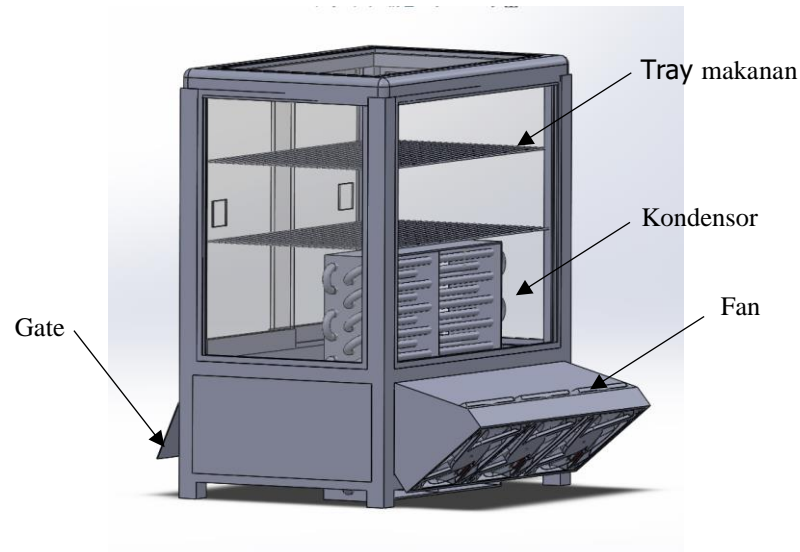
Gambar 2. Showcase hangat model pertama, tampak depan (A), tampak samping (B)

Pada perancangan ini ditemukan kondensor harus dalam posisi berdiri sesuai dengan Gambar 3. Hal ini karena refrigeran masuk ke dalam pipa kapiler dalam keadaan *liquid*.



Gambar 3. Showcase hangat beserta peletakan kondensor

Gambar 4 merupakan sistem secara keseluruhan.



Gambar 4. Sistem secara keseluruhan

Sistem otomatis digunakan untuk membantu kondensor untuk melepas kalor dengan baik. Pada saat temperatur udara 45°C maka posisi gate akan dalam kondisi tertutup, apabila temperatur lebih 45°C namun kurang dari 48°C maka kondisi gate akan terbuka 40° terhadap vertikal, sedangkan apabila temperatur melebihi 48°C maka gate akan terbuka penuh. Pada percobaan ini ditemukan bahwa RH mengalami penurunan yaitu pada saat awal 50% dan pada 19%. Hal ini pada saat pemanasan terjadi pengupan, dan udara dari luar masuk ke dalam showcase membawa uap air tersebut ke sekitar. Temperatur pada *showcase* hangat mencapai 45°C dalam 20 menit.

Daftar Pustaka

1. *Air cooled Condenser*. (2013). Retrieved from Retek&Bestar: <http://www.havcr.com/product/air-cooled-condenser.html>
2. Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *THERMODYNAMICS An Engineering Approach* (Vol. 8). New York: McGraw-Hill Education.
3. Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2011). *Heat and Mass Transfer Fundamentals & Application* (Vol. 5). New York: McGraw-Hill Education.
4. Chaundhari, N., & Chaudhar, P. (2015). Heat Recovery System from the Condenser of a Refrigerator - An Experimental Analysis. *Ird India*, 41-44.
5. *Klea R134a*. (2016, December). Retrieved from <http://www.mexichemfluor.com>: <http://www.mexichemfluor.com/wp-content/uploads/2016/12/2016-Klea-134a-UK-PED-Chart.pdf>
6. Kumar, N., Grover, N., Chahal, V., Tanjea, M., & Pardeep. (2017). An Analysis of Rejected Heat from the Condenser of conjugal Refrigerator. *International Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 267-274.
7. Kumcuoglu, S., & Tavman, S. (2007). Determintation Of Specific Heats Of Pizza And Puff. *Gida*, 87-90.
8. Mita. (2011, September 19). *Warm Showcase*. Retrieved from Bareca: <http://www.bakerymagazine.com/2011/09/19/warm-showcase/>
9. Thumann, A., & Dunning, S. (2011). *Plant Engineers and Managers Guide to Energy Conservation* (Vol. 10). Florida, USA: The Fairmont Press, Inc.
10. Vojník, J. d. (2010). *Celkový pohled na zadní část lednice Zanussi*.
11. *What is a Condenser?* (2009). Retrieved from AutoAirAuthority: <http://www.autoairauthority.com/Condenser.html>
12. Wijaya, B. B. (2018). *Perancangan Cold Showcase Vertikal Berkapasitas 100L dengan Menggunakn 2 Lapis Kaca*. Surabaya.
13. Wirz, D. (2010). *Commercial Refrigeration for Air Conditioning Technicians*. New York, United States: Delmar.