

PENGUNAAN PCM SEBAGAI MATERIAL PENYIMPAN KALOR PADA LEMAR PENDINGIN

Iwan Fauzan^{a*}, Agus Dwi Korawan^b

^a STTR Cepu, Program Studi Teknik Mesin

^b STTR Cepu, Program Studi Teknik Mesin

Abstract

PCM (phase change material) is material that can absorb heat or release when changing phase, when it absorbs heat it changes from solid to liquid, and releases heat when it changes from liquid to solid. Vegetable Oil has good properties as a PCM because it has a melting temperature in accordance with household refrigerator. This research was conducted by comparing household refrigerator using PCM and without PCM, the results showed that household refrigerator using PCM can maintain a cooling load temperature of 9.9 °C in the 300th minute, and a storage room temperature of 17.9 °C. Whereas, household refrigerator without PCM the temperature of the cooling load only lasts at 20.7 °C and the storage room temperature is 26.2 °C. The results of this study indicate that using PCM in a household refrigerator can maintain cold temperatures longer than without PCM.

Keywords: Refrigerator, PCM, Vegetable Oil.

1. Pendahuluan

Lemari pendingin merupakan suatu kebutuhan dalam kehidupan saat ini baik itu untuk masyarakat perkotaan maupun pedesaan, sistem refrigerasi ini juga dipakai dalam satu bidang usaha misalkan pedagang yaitu dengan memanfaatkan hasil sistem refrigerasi yaitu lemari pendingin atau kulkas.

Pendinginan/refrigerasi merupakan suatu proses penyerapan kalor (panas) dari suatu benda atau ruangan sehingga temperatur benda atau ruangan tersebut turun lebih rendah dari temperatur sekeliling atau lingkungannya. Proses penyerapan kalor terjadi di evaporator, cairan *refrigerant* (zat/fluida pendingin) di dalam evaporator yang berada pada temperatur dan tekanan rendah akan mengambil/menyerap panas dari ruangan, sehingga *refrigerant* berubah fasa menjadi uap menurunkan temperatur ruangan. Salah satu komponen sistem refrigerasi yang mempunyai peranan penting adalah Evaporator.

Evaporator adalah komponen yang sebenarnya memberikan efek pendinginan pada sistem pendingin kompresi uap. Evaporator harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menyerap kalor untuk mendapatkan pendinginan yang diinginkan dari sistem lemari pendingin. Dalam meningkatkan efek pendinginan dan mengurangi konsumsi energi dirancang evaporator yang mampu menyimpan energi dan dimanfaatkan ketika sistem pendingin telah dimatikan atau listrik saat mati. Dengan penambahan PCM pada mesin kompresi uap ternyata mampu mempertahankan efek pendinginan [1]. Dengan penambahan PCM pada evaporator dapat mempertahankan suhu udara konstan [2].

PCM (*phase change material*) adalah material yang bisa menyerap kalor atau melepaskan kalor saat berubah fasa. PCM memiliki kemampuan untuk mengubah fasa pada

kisaran suhu tertentu. Material PCM akan menyerap energi selama proses peleburan sebagai perubahan fasa dari padat ke cair.

PCM dapat berasal dari material organik seperti paraffin, asam lemak hingga gula alkohol. Selain material organik, material anorganik seperti garam-garam hidrasi juga dapat digunakan sebagai PCM. Material lain yang dapat digunakan adalah biomaterial seperti asam lemak dari hewan dan minyak-minyak tumbuhan yang memenuhi syarat penggunaan PCM seperti aman digunakan, tidak beracun, harga yang terjangkau, hingga kemudahan memperoleh material tersebut sebagai bahan baku.

Potensi untuk mendapatkan PCM baru yang murah dan tersedia di Indonesia masih banyak, salah satunya adalah berasal dari minyak nabati yakni minyak goreng. Minyak goreng kebanyakan diperoleh dari tumbuhan seperti kelapa, sereal, kacang-kacangan, jagung, kedelai dan kanola. Minyak goreng memiliki potensi yang cukup baik untuk melengkapi material organik dan anorganik sebagai PCM karena memiliki suhu leleh yang tergolong sedang. Sehingga sangat cocok diaplikasikan pada mesin pendingin.

Komponen utama dari mesin pendingin yaitu, kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator, serta *refrigerant* sebagai fluida kerja yang bersirkulasi pada bagian-bagian tersebut.

Di dalam suatu alat pendingin, kalor diserap di evaporator dan dibuang ke kondensor. Uap *refrigerant* yang berasal dari evaporator yang bertekanan dan bertemperatur rendah masuk ke kompresor melalui saluran hisap. Di kompresor uap *refrigerant* dimampatkan, sehingga ketika keluar dari kompresor akan bertekanan dan bersuhu tinggi, jauh lebih tinggi dari udara sekitar. Kemudian uap menuju ke kondensor melalui saluran tekan. Di kondensor uap akan melepaskan kalor, sehingga akan berubah fasa dari uap ke

cair (terkondensasi). Selanjutnya masuk ke pipa kapiler, pada saat keluar pipa kapiler, tekanan refrigerant turun dan juga temperaturnya. Setelah itu refrigerant masuk ke evaporator.

2. Metode Penelitian

Bahan penelitian berupa lemari pendingin, minyak goreng sebagai PCM sebanyak 3 liter, air sebagai beban pendingin, dan termokopel. Minyak goreng dikemas dan diletakkan pada dinding-dinding evaporator (gambar 1), air di taruh pada wadah terbuka dan dimasukkan ke dalam evaporator. Pemasangan alat ukur temperatur (termokopel) di titik pengujian yaitu di dalam beban pendingin dan ruang penyimpanan.

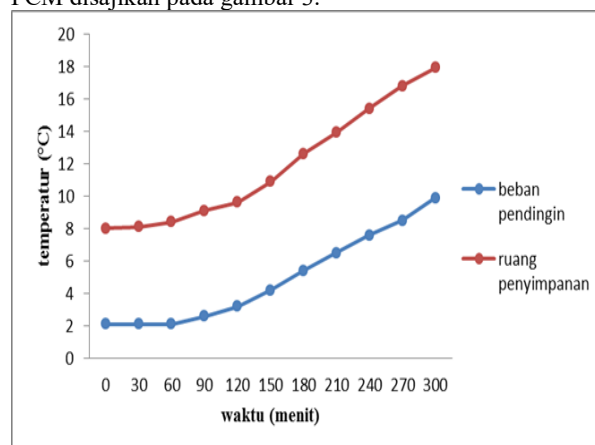


Gambar 1. Susunan PCM pada dinding evaporator

Setelah itu operasikan mesin pendingin selama 300 menit. Setelah 300 menit matikan sistem pendingin dan mencatat temperatur pada titik pengujian. Pengambilan data di lakukan sejak awal sistem pendingin dimatikan dengan interval waktu 30 menit selama 300 menit. Penelitian dilakukan sebanyak 2 kali, pertama lemari pendingin dengan menggunakan PCM dan ke dua lemari pendingin tanpa menggunakan PCM.

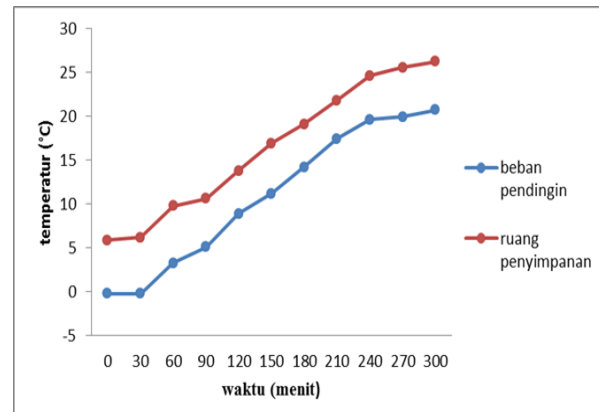
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran temperatur beban pendingin dan temperatur ruang penyimpanan untuk lemari pendingin dengan menggunakan PCM disajikan pada gambar 2. Sedangkan untuk lemari pendingin tanpa menggunakan PCM disajikan pada gambar 3.



Gambar 2. Grafik temperatur pada lemari pendingin dengan menggunakan PCM

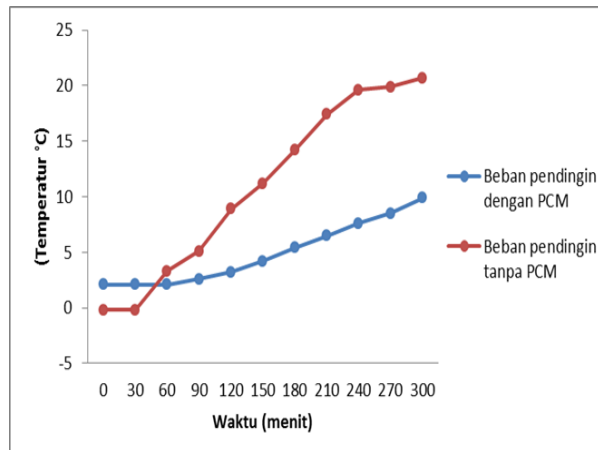
Dari gambar 2, grafik perubahan temperatur terhadap waktu setelah sistem lemari pendingin dimatikan, dapat diketahui bahwa temperatur beban pendingin dan temperatur ruang penyimpanan mengalami kenaikan dengan pola yang sama. Dapat dilihat juga bahwa temperatur beban pendingin lebih rendah dari temperatur ruang penyimpanan, hal ini karena temperatur beban pendingin terletak di dalam evaporator, sedang ruang penyimpanan terletak di luar evaporator (dibawah evaporator).



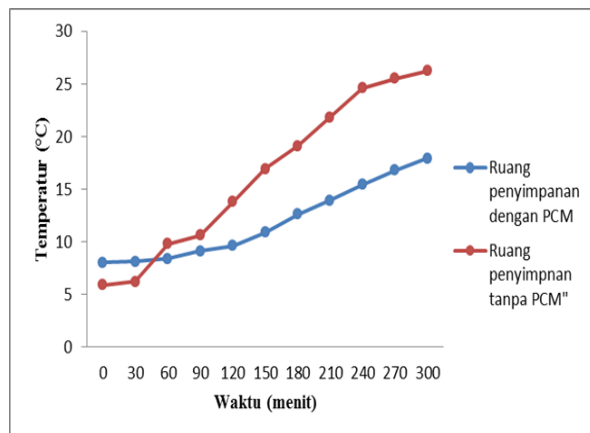
Gambar 3. Grafik temperatur pada lemari pendingin tanpa menggunakan PCM

Dari gambar 3, grafik perubahan temperatur terhadap waktu setelah sistem lemari pendingin dimatikan, dapat diketahui bahwa temperatur beban pendingin dan temperatur ruang penyimpanan mengalami perbedaan kenaikan dengan pola yang sama meskipun nilainya berbeda. Pada saat lemari pendingin dimatikan, temperatur beban pendingin lebih rendah dari temperatur ruang penyimpanan, hal ini karena beban pendingin terleta didalam evaporator, sedang ruang pendingin ada dibawah evaporator.

Untuk melihat perbedaan yang terjadi, maka grafik pada gambar 4 dan gambar 5 dibuat perbandingan antara lemari pendingin dengan menggunakan PCM dan tanpa menggunakan PCM.



Gambar 4. Perbandingan temperatur beban pendingin



Gambar 5. Perbandingan temperatur ruang penyimpanan

Pada gambar 4, setelah sistem lemari pendingin dimatikan dapat dilihat bahwa temperatur beban pendingin dengan menggunakan PCM mengalami kenaikan temperatur lebih lama di bandingkan dengan tanpa menggunakan PCM. Dengan menggunakan PCM di evaporator pada menit ke 300 temperatur beban pendingin mencapai 9,9 °C sedangkan tanpa menggunakan PCM temperatur beban pendingin mencapai 20,7 °C dan terjadi perbedaan temperatur beban pendingin sebesar 10,8 °C, artinya bahwa temperatur beban pendingin pada lemari pendingin menggunakan PCM lebih rendah 49,6% dibanding tanpa menggunakan PCM.

Pada gambar 5, setelah lemari pendingin dimatikan dapat dilihat bahwa temperatur ruang penyimpanan lemari pendingin dengan menggunakan PCM mengalami kenaikan lebih lama dibandingkan dengan tanpa menggunakan PCM, yaitu pada menit ke 300 temperatur mencapai 17,9 °C, sedangkan tanpa menggunakan PCM temperatur mencapai 26,2 °C dan terjadi perbedaan temperatur ruang

penyimpanan sebesar 8,6 °C. Artinya bahwa temperatur ruang penyimpanan pada lemari pendingin menggunakan PCM lebih rendah 32,8% dibanding tanpa menggunakan PCM.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penggunaan PCM sebagai material penyimpan kalor terhadap temperatur beban pendingin dan ruang penyimpanan pada lemari pendingin yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Dengan menggunakan PCM pada lemari pendingin, temperatur beban pendingin dan temperatur ruang penyimpanan mampu mempertahankan suhu dingin lebih lama dibandingkan dengan tanpa menggunakan PCM.
2. Pada menit ke 300, temperatur beban pendingin pada lemari pendingin menggunakan PCM lebih rendah 49,6% dibandingkan dengan lemari pendingin tanpa menggunakan PCM.
3. Pada menit ke 300, temperatur ruang penyimpanan pada lemari pendingin menggunakan PCM lebih rendah 32,8% dibandingkan dengan lemari pendingin tanpa menggunakan PCM.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed MDM, Kannakumar J, Reddy PM. 2013. Desain Dan Fabrikasi Pabrik Penyimpan Dingin Menggunakan *Phase Change Material* (PCM). IJRSET 2(9):4277-4286.
- Siddaiah KC, Nagami GV. 2015 Meningkatkan Kinerja Sistem Refrigeranion Kompresi Uap Dengan Menggunakan Bahan Perubahan Fasa. IJMETMR 2 (12) 1100-1109.