

repository.ub.ac.id

PENGARUH PENAMBAHAN METIL ESTER MINYAK JARAK PAGAR DALAM AIR SEBAGAI *PHASE CHANGE MATERIAL*

Ichwan Thoyib, Nurkholis Hamidi, Francisca Gayuh Utami Dewi

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. Mayjend Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail : ichwan.thoyib@gmail.com

ABSTRAK

*Seiring dengan bertambahnya waktu, kebutuhan energi pun semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan energi ini salah satunya disebabkan oleh peningkatan industri. Hal ini menyebabkan sumber energi (bahan bakar fosil) semakin menipis. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan cara meningkatkan efisiensi penggunaan energi dengan mengembangkan alat penyimpanan energi untuk mengurangi perbedaan antara ketersediaan dan permintaan energi. Salah satu alat penyimpanan energi itu adalah phase change material. Air adalah salah satu bahan yang sering digunakan untuk menyimpan energi panas, dikarenakan air memiliki kapasitas penyimpanan panas yang besar. Namun, penggunaan air sebagai phase change material bersuhu rendah masih belum begitu bagus dikarenakan suhu supercooling dari air yang tinggi. Supercooling yang terjadi pada air ini akan menyebabkan semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk membekukan air. Oleh karena itu, maka ditambahkan bahan lain untuk dicampurkan ke dalam air untuk menurunkan suhu supercooling. Salah satu bahan itu adalah minyak jarak pagar. Jarak pagar (*Jatropha Curcas*) merupakan suatu tanaman beracun yang hidup di daerah tropis. Minyak jarak pagar dapat dijadikan sebagai phase change material bersuhu rendah karena memiliki banyak asam lemak tak jenuh. Penambahan minyak jarak pagar dalam air ini akan menyebabkan menurunnya titik beku dari phase change material namun juga akan menurunkan kapasitas panasnya.*

Kata kunci: *Phase change material, supercooling, minyak nabati, freezing point, latent heat*

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya waktu, kebutuhan energi pun semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan energi ini salah satunya disebabkan oleh peningkatan industri. Hal ini menyebabkan sumber energi (bahan bakar fosil) semakin menipis. *Economists, scientists and engineers* di seluruh dunia sedang dalam pencarian

1. Strategi untuk mengurangi

2. Metode yang menjamin ketersediaan suplai,
3. Teknologi untuk meningkatkan efisiensi energi dari power sistem, dan
4. Sumber energi baru dan terbarukan untuk menggantikan bahan bakar fosil yang terbatas ^[1].

Salah satu pilihan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi adalah dengan mengembangkan

alat penyimpanan energi untuk mengurangi kesenjangan antara ketersediaan dan permintaan bahan bakar. Salah satu alat penyimpanan energi itu adalah *phase change material*.

Phase change material adalah suatu bahan berubah fasa yang dapat menyimpan kalor laten PCM dapat diklasifikasikan menjadi tiga bagian, yaitu anorganik, organik dan campuran keduanya (*eutectic*). Perpindahan panas pada PCM terjadi disaat perubahan fasa dari air ke padat maupun sebaliknya^[2].

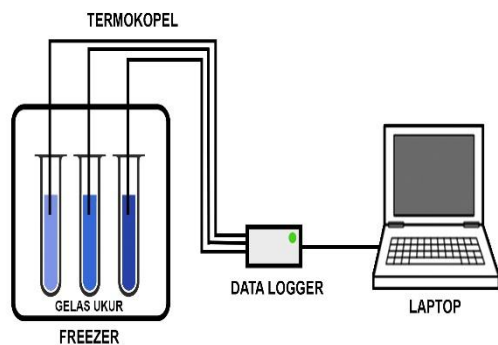
Air adalah salah satu bahan yang sering digunakan untuk menyimpan energy panas, karena air memiliki kapasitas panas sebesar^[3]. Penggunaan air sebagai PCM bersuhu rendah masih belum bisa dilakukan. Karena titik beku air berada pada suhu 0°C dan PCM bersuhu rendah harus memiliki suhu dibawah 0°C. Oleh karena itu, dibutuhkan penambahan asam lemak tak jenuh dalam air untuk menurunkan titik bekunya. Asam lemak tak jenuh memiliki titik beku dibawah 0°C^[4].

Kandungan utama dari minyak nabati yaitu asam lemak, yang bisa didapatkan dari berbagai macam tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang

dapat menghasilkan minyak nabati yaitu tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*). Minyak jarak pagar mengandung asam lemak jenuh (palmitat 14.2% dan asam stearat 7%) dan asam lemak tak jenuh (asam oleat 44,7% dan linoleat 32,8%)^[5]. Kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak pagar yang banyak membuat minyak jarak pagar cocok dijadikan campuran dengan air sebagai PCM, karena akan menurunkan titik beku dari air. Selain itu penambahan metil ester juga akan menurunkan titik bekunya. Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang pengaruh campuran metil ester minyak jarak pagar dalam air sebagai PCM.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan sebagai PCM yaitu campuran dari minyak metil ester jarak pagar dan air. Penelitian ini menggunakan alat-alat yang disusun dengan skema instalasi seperti pada gambar 1.



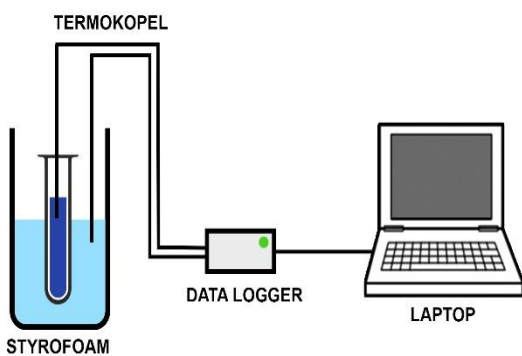
Gambar 1. Skema instalasi penelitian proses pembekuan

Pada penelitian ini variabel bebasnya antara lain adalah persentase campuran metil ester minyak jarak pagar dalam air yaitu sebesar 10%, 20% dan 30%. Variabel terkontrolnya yaitu suhu endanginan berada pada temperatur -20°C . Sedangkan variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah titik beku, titik leleh dan *latent heat* dari *phase change material*.

Penelitian dimulai dengan mencampurkan metil ester minyak jarak pagar dengan air sesuai dengan persentase yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 10%, 20%, dan 30%. Setelah itu campuran dari metil ester minyak jarak pagar dengan air tadi dimasukkan ke dalam gelas ukur yang juga berfungsi sebagai wadah disaat pengujian. Lalu ditempatkan *thermocouple* yang terhubung dengan

data logger. *Data logger* tersebut dihubungkan pada komputer agar dapat terbaca datanya. Setelah itu wadah yang berisi campuran yang telah ditempatkan *thermocouple* dimasukkan kedalam *freezer* dengan suhu -20°C untuk pengambilan data proses pembekuan sampai spesimen membeku. Data pada saat proses pembekuan tersebut diolah oleh *data logger* yang kemudian akan dibaca oleh computer.

Setelah itu dilakukan penelitian proses peleburan dari spesimen. Pertama siapkan air dengan mass 250 gram yang ditempatkan pada sterofoam. Penggunaan sterofoam ini bertujuan untuk menghindari adanya perpindahan panas dari lingkungan ke dalam sistem. Setelah itu, tempatkan *thermocouple* ke dalam air. Lalu, spesimen yang telah membeku dikeluarkan dari *freezer* dan dimasukkan kedalam sterofoam yang didalamnya sudah terdapat air. Kemudian diambil data berupa titik peleburan spesimen, suhu awal dari air dan suhu akhir dari air. Skema proses peleburan ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Skema instalasi penelitian proses peleburan

Dari data suhu awal dan akhir air selama proses peleburan didapatkan data kalor yang diserap. Jumlah kalor yang diserap specimen dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta t$$

Keterangan:

Q = Kalor yang diterima/dilepas(joule)

M = massa (kg)

C = kalor jenis (joule/kg)

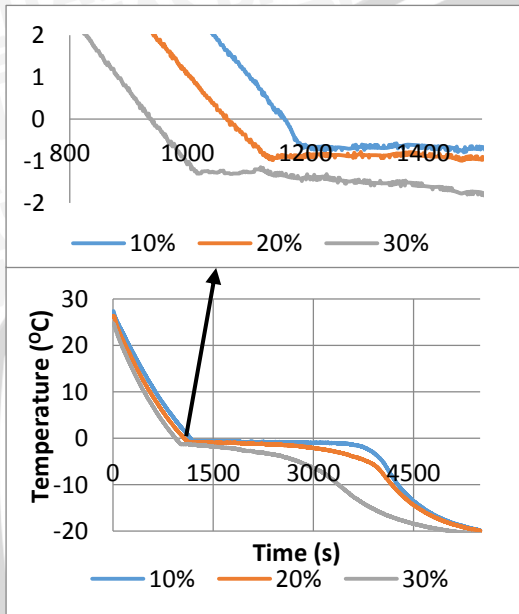
Δt = perubahan temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembekuan campuran metil ester minyak jarak pagar dalam air dilakukan dengan menggunakan freezer dengan suhu -20°C . Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin banyak

persentase minyak jarak pagar dalam air maka akan menyebabkan turunnya suhu pembekuan. Hal ini disebabkan oleh sifat koligatif dari campuran tersebut. Urutan campuran dari yang paling dingin yaitu campuran dengan minyak sebesar 30% dengan suhu beku $-1,1^{\circ}\text{C}$ kemudian campuran dengan minyak sebesar 20% dengan suhu $-0,8^{\circ}\text{C}$ dan yang terakhir yaitu campuran minyak sebesar 10% dengan suhu $-0,6^{\circ}\text{C}$. Dari tabel 1 juga dapat dilihat bahwa persentase metil ester minyak jarak pagar juga mempengaruhi kalor laten dari PCM. Semakin banyak minyak jarak pagar dalam air, maka kalor latennya semakin sedikit. Hal ini sesuai dengan teori, dimana metil ester minyak jarak pagar yang memiliki kalor laten yang kecil ketika dicampurkan dengan air yang memiliki kalor laten yang jauh lebih besar maka campuran itu akan memiliki kalor laten yang lebih besar dari metil ester minyak jarak pagar namun lebih kecil dari kalor laten air. Penambahan metil ester minyak jarak pagar dalam air juga akan mengurangi suhu *supercooling*. Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa air memiliki suhu *supercooling*. Namun pada air yang dicampurkan dengan metil ester minyak jarak pagar suhu *supercooling*

berkurang atau bahkan tidak terjadi.



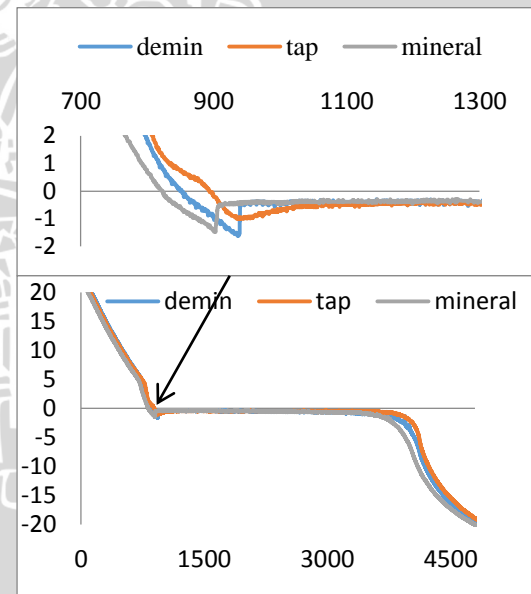
Gambar 3 Grafik freezing temperature phase change material

Tabel 1. Karakteristik phase change material

Samples A/M (vol.%)	Freezing (°C)	Kalor yang diserap (kal)
10/90	-0,6	1020
20/80	-0,8	975
30/70	-1,1	735

Pada gambar 4 adalah proses pembekuan dari aquades, demineralized water dan tap water yang dilakukan pada suhu -20°C . Dapat terlihat bahwa terjadi supercooling pada ketiga air tersebut. Supercooling merupakan suatu

kejadian dimana suatu cairan yang tidak membeku meskipun beradadi bawah titik bekunya. Dapat dilihat bahwa demineralized water mengalami supercooling yang paling tinggi kemudian aquades. Hal ini dikarenakan oleh tingkat kemurnian air. Semakin murni air, maka suhu supercooling akan semakin tinggi. Dan yang terakhir adalah tap water yang memiliki suhu supercooling paling rendah. Hal ini dikarenakan tap water memiliki partikel asing seperti debu yang akan membantu pembentukan inti pada saat pembekuan.

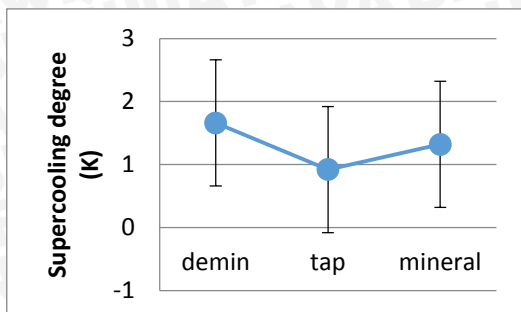


Gambar 4 Supercooling pada berbagai macam air

Tabel 2 Suhu supercooling pada air

Material	Derajat Supercooling	stdev
Air tap	0,92	$\pm 0,571839$

Mineral	1,32	$\pm 0,664831$
Demin	1,66	$\pm 0,602495$



Gambar 5 Derajat *supercooling* air

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan data hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan persentase metil ester minyak jarak pagar dalam air akan menurunkan titik bekunya. Hal ini dikarenakan oleh sifat koligatif dari larutan. Suhu dari yang terendah adalah campuran dengan persentase metil ester minyak jarak pagar 30%, selanjutnya persentase metil ester minyak jarak pagar 20% dan yang terakhir adalah persentase metil ester minyak jarak pagar 10%.
2. Penambahan metil ester minyak jarak pagar juga mempengaruhi kalor laten dari campuran metil ester minyak jarak pagar dengan air. Semakin banyak persentase metil ester minyak jarak pagar dalam air, maka kalor

latennya akan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan kalor laten yang dimiliki metil ester minyak jarak pagar lebih kecil dari kalor laten air sehingga ketika dicampurkan akan menurunkan kalor latennya. Nilai kalor yang paling banyak diserap adalah campuran dengan minyak 10% sebesar 1020 kal.

3. Penambahan metil ester minyak jarak pagar dapat menurunkan bahkan meniadakan suhu *supercooling* dari air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rouse, Daniel. 2010. *An Overview of Phase Change Materials and their Implication on Power Demand*.
- [2]. Atul, Sharma. 2014. *Development of Phase change materials (PCMs) For Low Temperature Energy Storage Applications*
- [3]. Cunha, Jose Pereira. 2016. *Thermal Energy Storage for Low and Medium Temperature Applications Using Phase Change Materials*. Loughborough University. Loughborough. United Kingdom.
- [4]. Firman, 2015. Asam Lemak dari Minyak Jarak (*Castor Oil*) sebagai Material Penyimpan Kalor Laten. Disertasi Teknik Mesin FT-UB,

Malang

- [5]. Sarimole, Ema. 2014. Manfaat Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*) Sebagai Obat Tradisional. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga. Indonesia.

