

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penambahan Metil Ester Minyak Jarak Dalam Air

Pada pengambilan data pengaruh penambahan metil ester minyak jarak dalam air sebagai PCM, pertama mempersiapkan spesimen uji campuran ester minyak jarak dalam air dengan presentase minyak jarak 10%, 20%, dan 30%. Pengukuran presentase dilakukan dengan menggunakan gelas ukur yang sekaligus menjadi wadah PCM disaat pengujian. PCM yang diteliti yaitu sebanyak 10 ml per spesimen. Dikarenakan minyak dan air tidak dapat menyatu, maka ditambahkan emulsifier agar minyak jarak dan air dapat menyatu. Setelah pencampuran spesimen, lalu spesimen dimasukkan kedalam *freezer* yang dapat mencapai suhu $-20^{\circ}\text{C} \sim -25^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.1 Spesimen *Phase Change Material*

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *thermocouple*, sisi satunya dimasukkan kedalam spesimen PCM dan sisi lainnya disambungkan ke *data logger*. *Data logger* berfungsi sebagai alat pengolah data dari *thermocouple* menjadi data agar bisa dibaca di komputer/laptop.

Tabel 4.1 Data *freezing point*, kalor yang diserap, dan *supercooling degree*

Samples (vol.%)	Freezing (°C)	Kalor yang diserap (kal/ml)	Supercooling Degree
Tap water	0	129,75	1
Mineral water	0	109,5	1,3
Demin water	0	114	1,6
Metil ester	-	49,5	0
10/90 (A/M)	-0,6	102	0
20/80 (A/M)	-0,8	97,5	0
30/70 (A/M)	-1,1	73,5	0

4.2 Hasil Pengujian

Pada pengujian pengaruh penambahan metil ester minyak jarak pagar dalam air, data yang didapatkan adalah *freezing point*, *melting point* dan kapasitas kalor laten dari PCM yang didapat dari *thermocouple*. Untuk mendapatkan data kalor laten, maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut dengan asumsi kalor yang dilepas air sama dengan kalor yang diserap PCM :

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

Keterangan :

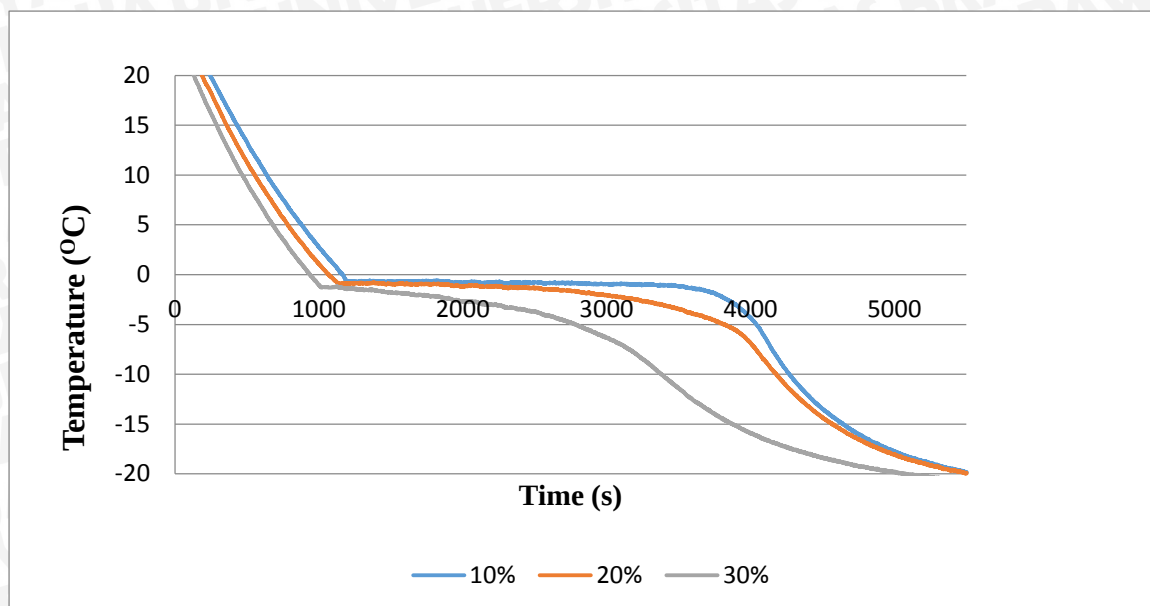
Q = Kalor

m = Massa (gram)

C = Kalor jenis air (kal gr⁻¹ °C⁻¹)

Δt = Suhu (°C)

4.2.1 Freezing Point Phase Change Material

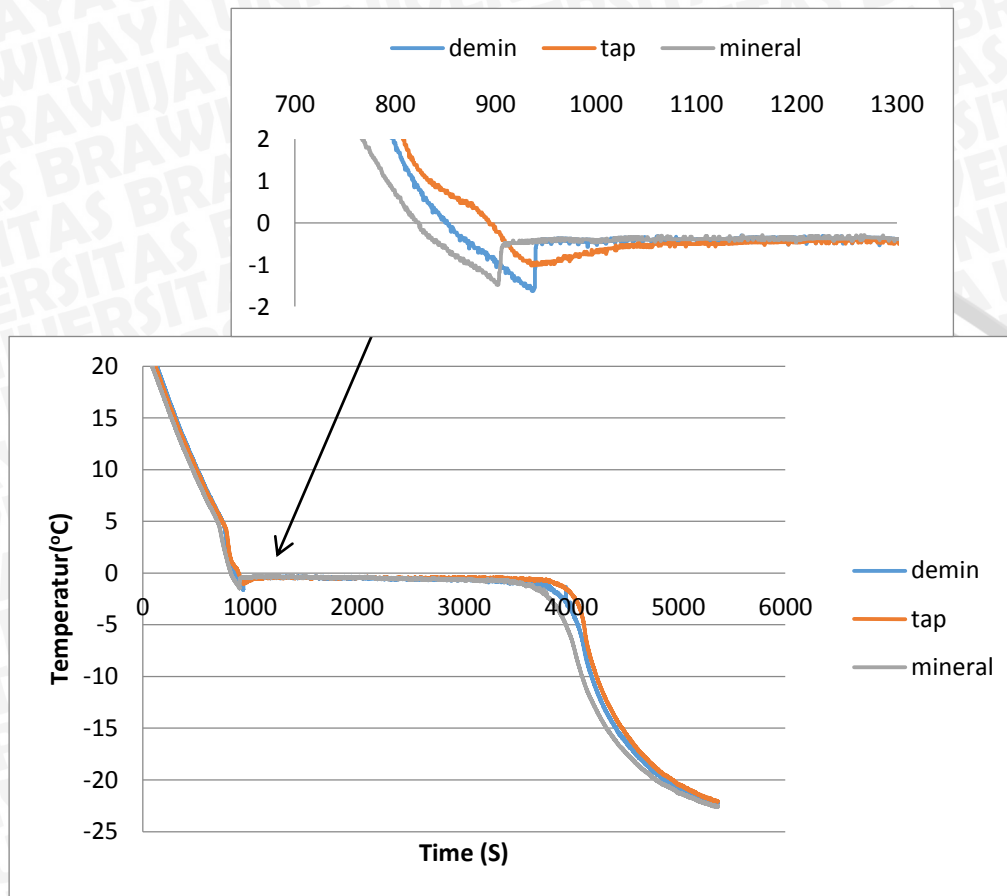


Gambar 4.2 Grafik pendinginan air yang ditambahkan metil ester minyak jarak pagar

Dari gambar 4.2 di atas dapat dilihat bahwa semakin banyak campuran metil ester minyak jarak dalam air maka suhu bekunya pun semakin menurun. Hal ini sudah sesuai dengan teori, dikarenakan sifat koligatif dari larutan, dimana jika suatu zat dicampurkan dengan zat lain maka suhu bekunya akan menurun. PCM dengan suhu paling tinggi yaitu PCM dengan minyak sebesar 30%, kemudian PCM dengan minyak sebesar 20% dan yang terakhir PCM dengan minyak sebesar 10%.

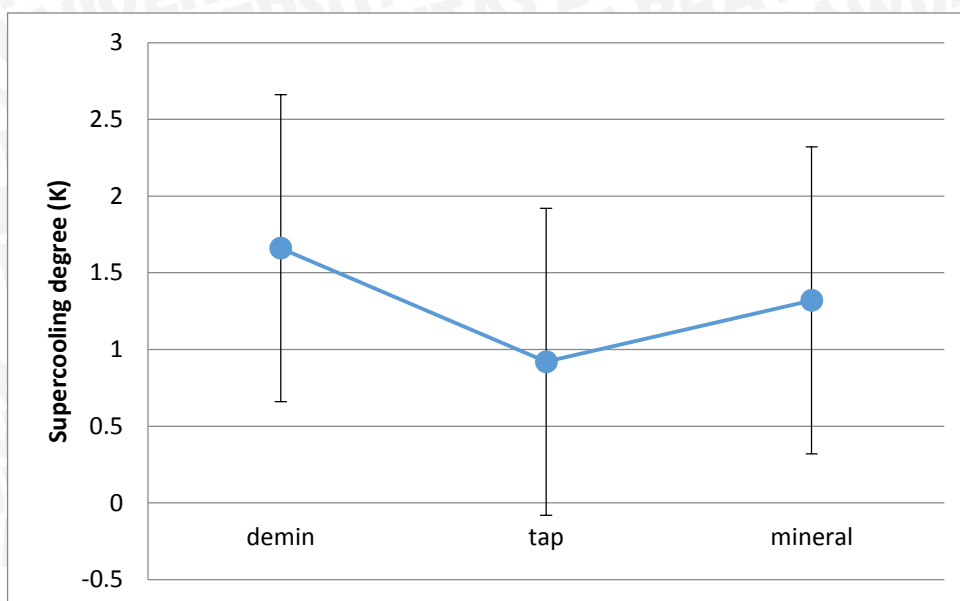
Pada gambar 4.2 juga dapat terlihat bahwa semakin banyak campuran dari metil ester minyak jarak pagar dalam air, maka kalor laten dari PCM akan bertambah kecil. Hal ini terjadi karena air yang memiliki kalor laten yang besar dicampurkan dengan minyak jarak pagar yang memiliki kalor laten yang kecil, yang menyebabkan campuran keduanya memiliki kalor laten yang lebih kecil dari air dan lebih besar dari minyak jarak pagar.

4.2.2 Freezing Point Air



Gambar 4.3 *Supercooling* pada berbagai macam air

Gambar 4.3 merupakan proses pembekuan dari air demin, air tap dan air mineral. Pada gambar menunjukkan terjadinya *supercooling* pada berbagai macam air. *Supercooling* yang terjadi pada air dipengaruhi oleh tingkat kemurnian air. Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa air demin memiliki suhu *supercooling* paling besar dikarenakan air demin merupakan H_2O murni. Di bawahnya ada air mineral yang memiliki suhu *supercooling* diantara air demin dan air tap. Suhu *supercooling* air mineral lebih rendah dikarenakan adanya mineral yang terkandung didalamnya. Sedangkan yang memiliki suhu *supercooling* paling rendah yaitu air tap yang disebabkan oleh air tap mengandung zat-zat pengotor/partikel asing seperti mineral dan debu yang mengakibatkan suhu *supercooling* air tap rendah.



Gambar 4.4 Derajat *supercooling* air

Tabel 4.2 Derajat *supercooling* pada air

Material	Derajat Supercooling	stdev
Tap water	0,92	$\pm 0,571839$
Mineral water	1,32	$\pm 0,664831$
Demin water	1,66	$\pm 0,602495$

Pada gambar 4.4 diatas merupakan suhu *supercooling* dari berbagai macam air yang telah diambil sebanyak beberapa kali percobaan. Air demin memiliki derajat *supercooling* yang paling tinggi yaitu sebesar $1,66 \pm 0,571839$ Setelah itu ada mineral water yang memiliki derajat *supercooling* sebesar $1,32 \pm 0,664831$ dan yang terakhir adalah air tap yang memiliki derajat *supercooling* sebesar $0,92 \pm 0,602495$.

Besarnya derajat *supercooling* dipengaruhi oleh laju pendinginan dan ada atau tidaknya partikel asing dalam air yang berperan sebagai agen nukleator. Terjadinya *supercooling* harus dihindari pada *phase change material* karena terjadinya *supercooling* akan membutuhkan energi yang lebih besar untuk membantu inti es.

4.3 Kalor Yang Diserap *Phase Change Material*

Perhitungan kalor yg diserap masing-masing *phase change material*. Pada perhitungan ini, diasumsikan kalor yang dilepas air sama dengan kalor yang diserap *phase change material*.

1. Larutan metil ester dalam air

a. 10%

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

$$Q = 250\text{g} \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (25,06 - 20,98)$$

$$Q = 1020 \text{ kal}$$

b. 20%

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

$$Q = 250\text{g} \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (25,16 - 21,26)$$

$$Q = 975 \text{ kal}$$

c. 30%

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

$$Q = 250\text{g} \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (25,04 - 22,1)$$

$$Q = 735 \text{ kal}$$

2. Air

a. Tap water

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

$$Q = 250\text{g} \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (26,50902 - 21,31316)$$

$$Q = 1298,965 \text{ kal}$$

b. Demineralized water

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

$$Q = 250\text{g} \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (26,69078 - 22,12342)$$

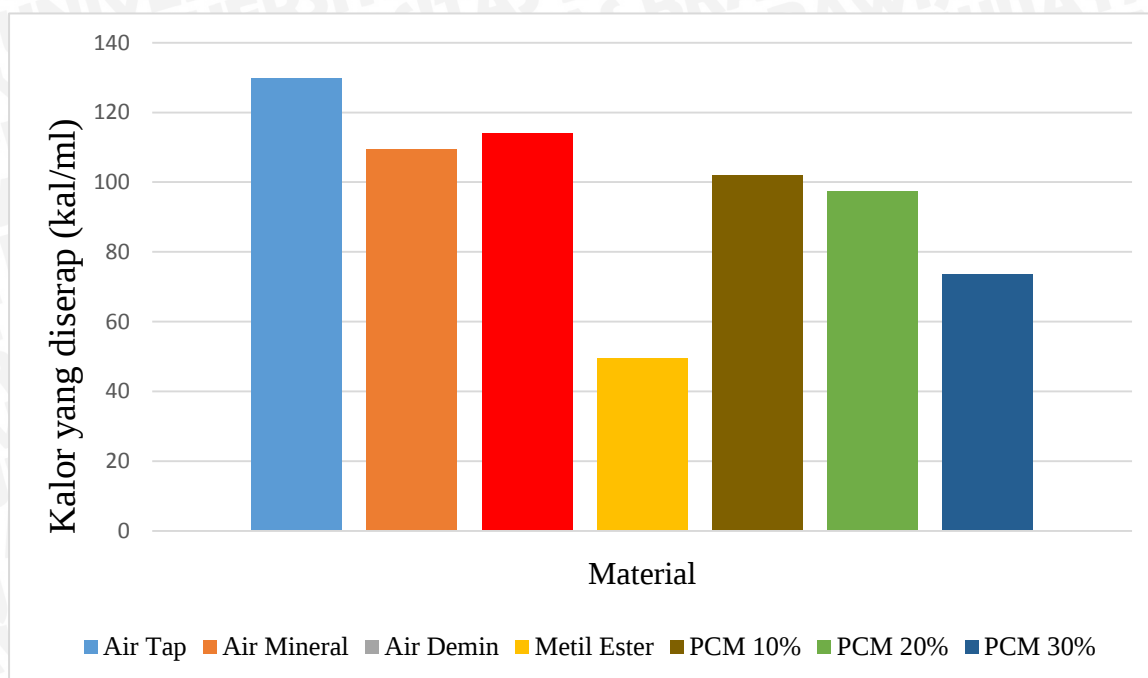
$$Q = 1141,84 \text{ kal}$$

c. Mineral water

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

$$Q = 250\text{g} \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (24,24655 - 19,86634)$$

$$Q = 1095,05 \text{ kal}$$



Gambar 4.5 Kalor yang diserap *phase change material*

Gambar 4.5 menunjukkan jumlah kalor yang diserap *phase change material* pada saat proses peleburan. Dapat dilihat bahwa meningkatnya jumlah metil ester minyak jarak pagar dalam air akan menurunkan jumlah alor yang dapat diserap *phase change material*. *phase change material* dengan persentase minyak 10% paling banyak menyerap kalor, yaitu 102 kkal/ml. Sedangkan *phase change material* dengan persentase minyak 30% menyerap kalor paling sedikit, yaitu hanya 73,5 kkal/ml.