

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penambahan Minyak Jarak Dalam Air

Pada pengambilan data pengaruh penambahan minyak jarak dalam air sebagai PCM, pertama mempersiapkan spesimen uji campuran 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°C ~ -25°C .



Gambar 4.1 Spesimen *phase change material* a. 30/70 (M/A), b. 20/80 (M/A), c. 10/90(M/A)

Dapat dilihat pada gambar 4.1 diatas pada gelas ukur menunjukkan bahwa minyak jarak pagar dengan air tercampur. Hal ini terjadi karena adanya penambahan zat pengemulsi yang berfungsi merubah sifat koligatif larutan sehingga molekul air stabil dan menyatu selama beberapa saat. 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) Point	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
Minyak jarak	-	49,5	0
10/90 (M/A)	-0,6	102	0,6
20/80 (M/A)	-0,8	97,5	0,5
30/70 (M/A)	-1,1	73,5	0

4.2 Hasil Pengujian Kalor Yang Diserap *Phase Change Material*

Pada pengujian pengaruh penambahan 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 ($\text{kal gr}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

Δt = Suhu ($^\circ\text{C}$)

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 minyak jarak pagar dalam air

a. 10%

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

$$Q = 500\text{g} \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot (24,37 - 19,87)$$

$$Q = 2250 \text{ kal}$$

b. 20%

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

$$Q = 500\text{g} \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot (23,69 - 21,67)$$

$$Q = 1010 \text{ kal}$$

c. 30%

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

$$Q = 500g \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (23,44 - 18,98)$$

$$Q = 2230 \text{ kal}$$

2. Air

a. *Tap water*

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

$$Q = 500g \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (26,50902 - 21,31316)$$

$$Q = 2597,93 \text{ kal}$$

b. *Demineralized water*

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

$$Q = 500g \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (26,69078 - 22,12342)$$

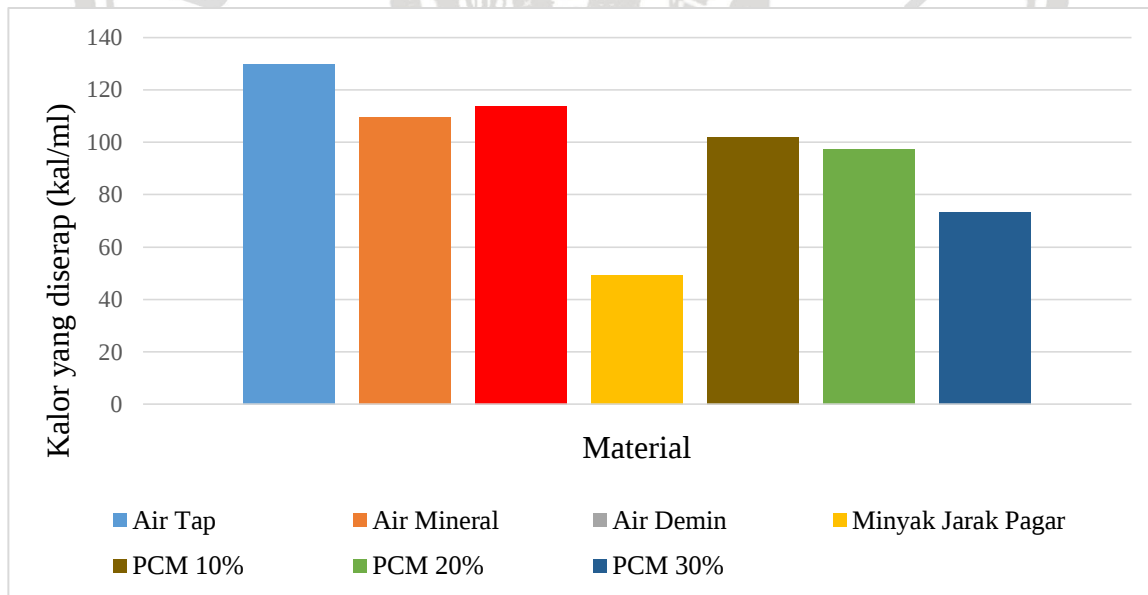
$$Q = 2283,68 \text{ kal}$$

c. *Mineral water*

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

$$Q = 500g \cdot 1 \text{ kal gr}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (24,24655 - 19,86634)$$

$$Q = 2190,10 \text{ kal}$$

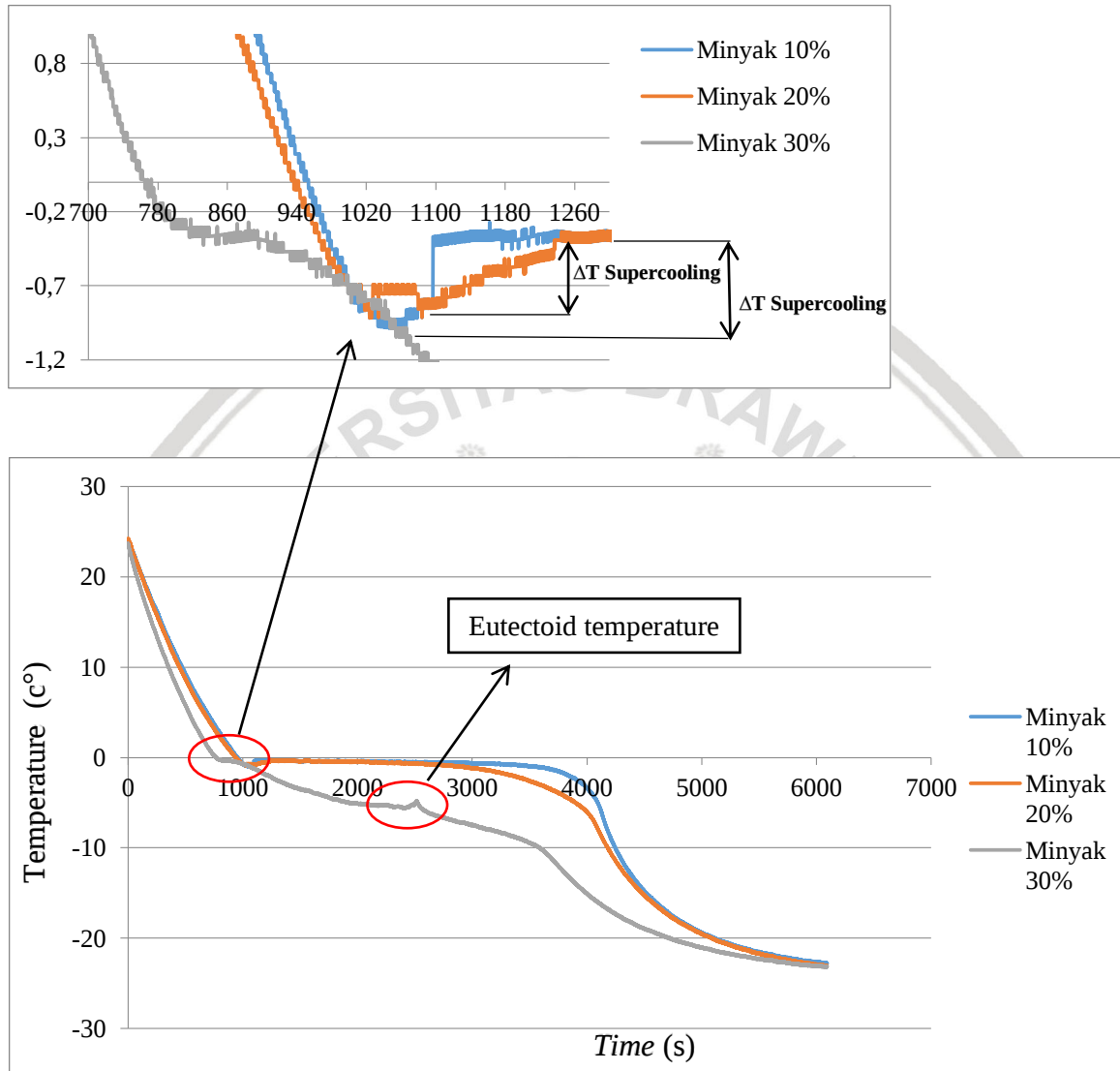


Gambar 4.2 Kalor yang diserap *phase change material*

Gambar 4.2 menunjukkan grafik jumlah kalor yang diserap *phase change material* setelah dilakukan peleburan untuk pengambilan datanya. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya jumlah minyak jarak pagar dalam air akan menurunkan jumlah kalor yang dapat diserap *phase change material*. *phase change material* dengan persentase minyak

10% paling banyak menyerap kalor, yaitu 102 kal/ml. Sedangkan *phase change material* dengan persentase minyak 30% menyerap kalor paling sedikit, yaitu hanya 73,5 kal/ml.

4.2.1 Freezing Point Phase Change Material



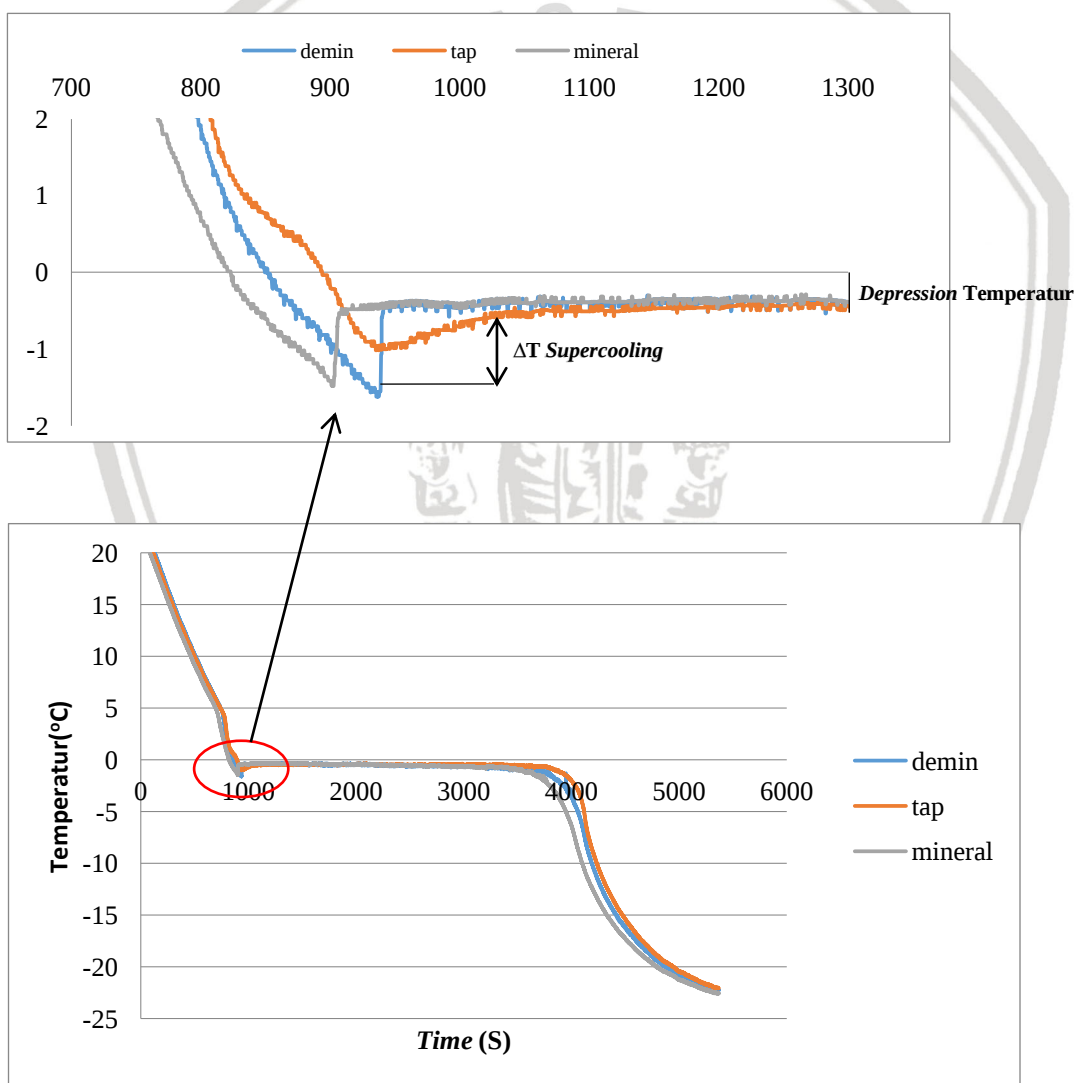
Gambar 4.3 Grafik pendinginan air yang ditambahkan minyak jarak pagar

Dari Gambar 4.3 diatas merupakan grafik yang di dapat setelah pengambilan data beberapa kali untuk hasil yang di inginkan. Dapat dilihat bahwa semakin banyak campuran 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 4.3 terlihat panah yang

menunjukkan terjadi *supercooling* ini disebabkan kondisi dimana air masih tetap mencair dibawah 0°C. Pada campuran minyak 30% terlihat pada grafik terjadi kenaikan suhu ini terjadi awal inti es terbentuk. Hal ini terjadi karena air dan minyak belum membeku sepenuhnya.

Semakin banyak campuran dari 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.

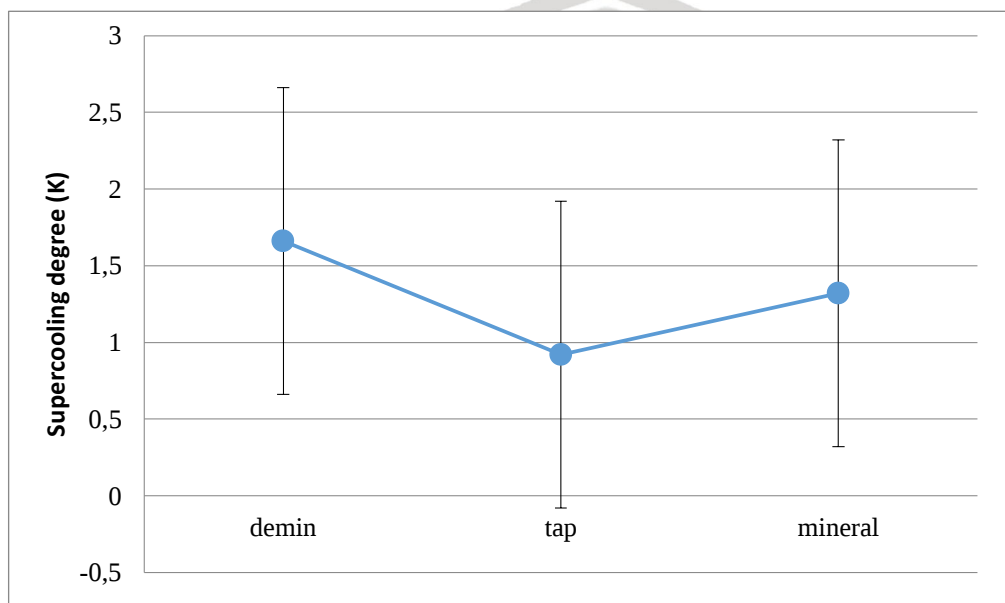
4.2.2 Freezing Point Air



Gambar 4.4 Supercooling pada berbagai macam air

Gambar 4.4 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 4.4 dapat dilihat bahwa air demin memiliki suhu *supercooling* paling besar dikarenakan air demin merupakan H₂O 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 4.5 Derajat *supercooling* air

Tabel 4.2

Derajat *Supercooling* pada Air

Material	Derajat Supercooling
Tap water	0,92 ±0,571839
Mineral water	1,32 ±0,664831
Demin water	1,66 ±0,602495

Pada Gambar 4.5 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 ±0,571839 Setelah itu ada mineral water yang memiliki derajat *supercooling* sebesar 1,32 ±0,664831 dan yang terakhir adalah air tap yang memiliki derajat *supercooling* sebesar 0,92 ±0,602495.

Besarnya derajat *supercooling* dipengaruhi oleh laju pendinginan dan ada atau tidaknya partikel asing dalam air yang berperan sebagai agen nukleator. Terjadinya

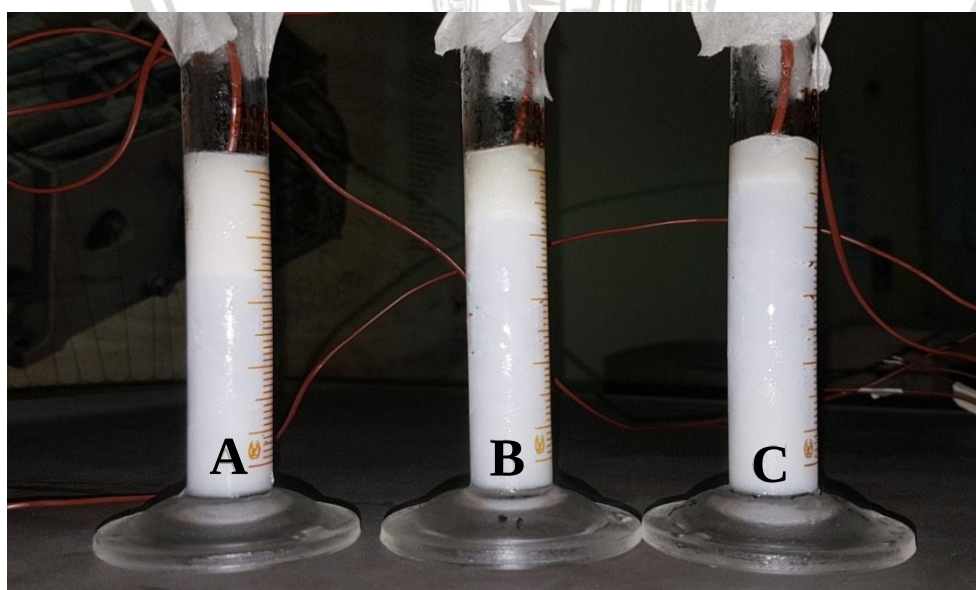
supercooling harus dihindari pada *phase change material* karena terjadinya *supercooling* akan membutuhkan energi yang lebih besar untuk membantu inti es.

4.3 Efek Pembekuan Terhadap PCM (*Phase Change Material*)



Gambar 4.6 Campuran minyak jarak dengan air sebelum proses pembekuan

Pada Gambar 4.6 material dalam gelas ukur (A. 30/70)(M/A), B. 20/80(M/A), C. 10/90(M/A) yang tercampur sebelum proses pembekuan berlangsung. Air dan minyak dapat bercampur karena adanya zat tambahan *emulsifire* yang berguna untuk menjaga kestabilan air dan minyak.



Gambar 4.7 Campuran minyak jarak dengan air saat membeku

Pada Gambar 4.7 campuran minyak dan air yang sedang membeku menyatu meskipun tidak semuanya terlarut. Hal ini dikarenakan air dan minyak mempunyai ikatan yang berbeda. Suatu senyawa dapat disatukan dengan air (H_2O) apabila senyawa tersebut memiliki sifat polaritas seperti air, semisal garam dapur ($NaCl$) sisi Na bermuatan positif sedangkan sisi Cl bermuatan negatif sehingga ketika $NaCl$ dicampur dengan air, $Na(+)$ akan terikat dengan $O(-)$ sedangkan $Cl(-)$ akan terikat dengan $H(+)$



Gambar 4.8 campuran minyak jarak dengan air sesudah dibekukan dan mencair

Pada Gambar 4.8 terlihat hasil campuran minyak jarak pagar dengan air (A. 30/70)(M/A), B. 20/80(M/A), C. 10/90(M/A) setelah proses pembekuan dan mencair. pada gambar diatas material tersebut terpisah antara air dan minyak. Hal ini disebut sifat koligatif larutan, dimana sifat koligatif larutan merupakan sifat dari suatu larutan yang hanya bergantung pada zat terlarut, bukan pelarut. Terlihat pada gambar 4.8 H_2O hanya berikatan dengan senyawa H_2O untuk membentuk senyawa kristal (kristal es). Zat-zat yang lain dikeluarkan dari ikatan sehingga minyak lebih mudah terpisah ketika dicairkan kembali.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian mengenai pengaruh penambahan minyak jarak pagar dalam air sebagai *phase change material* didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan minyak jarak pagar dalam air akan menurunkan titik bekunya. Suhu dari yang terendah adalah campuran dengan persentase minyak jarak pagar 30%, selanjutnya persentase minyak jarak pagar 20% dan persentase minyak jarak pagar 10%.
2. Penambahan minyak jarak pagar juga mempengaruhi kalor laten dari campuran minyak jarak pagar dengan air. Semakin banyak persentase minyak jarak pagar dalam air, maka kalor latennnya akan semakin menurun.

5.2 Saran

1. Sebaiknya alat pengujian menggunakan wadah yang dapat terlihat dari luar. Sehingga peneliti dapat mengamati proses pembekuan dari *phase change material*.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan lebih memperbanyak materi tentang karakteristik bahan yang akan dijadikan *phase change material* agar mendapatkan bahan yang sesuai.
3. Perlu dilakukan penelitian lagi bahan lainnya untuk dijadikan *phase change material*. Karena dengan berkembangnya zaman maka diperlukan bahan *phase change material* yang dapat digunakan ke berbagai aplikasi.