

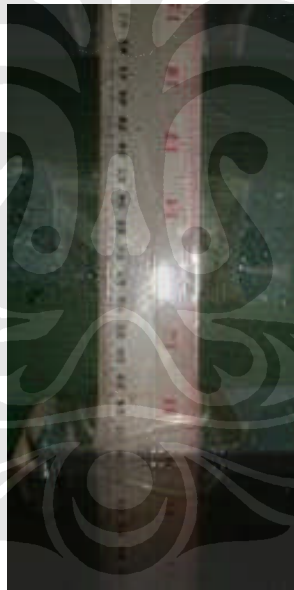
## BAB III

### PROSES DAN HASIL PENGUKURAN DISTRIBUSI TEMPERATUR

#### 3.1 ALAT DAN BAHAN PENGUKURAN

Pengukuran distribusi temperatur pada *ice bank* ini dilakukan dengan menggunakan beberapa alat dan bahan, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Air  
Penggunaan air pada pengukuran distribusi temperatur ini sebagai pengganti *brine* (air garam) yang belum tersedia. Air yang digunakan adalah air biasa dengan massa jenis  $1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ .
- Penggaris  
Untuk mengetahui kedalaman air di dalam *ice bank*, digunakan penggaris plastik yang ditempelkan pada dinding *ice bank*.



Gambar 3.1: Penggaris untuk mengukur kedalaman air.

- Es balok  
Pengukuran distribusi temperatur pada *ice bank* ini bertujuan untuk mengetahui apakah temperatur air dalam *ice bank* sudah merata atau belum. Namun karena belum tersedianya mesin refrigerasi yang akan digunakan untuk produksi, maka digunakan es balok untuk menurunkan temperatur air dalam *ice bank*. Dimensi es balok adalah  $25 \times 25 \times 100 \text{ cm}$ .



Gambar 3.2: Es balok.

- Pompa celup (*submersible pump*)  
Perlu digunakan suatu alat yang dapat mengakibatkan terjadinya sirkulasi air didalam *ice bank*. Pompa celup yang digunakan dalam *mini ice plant* ini dengan merk *kyodo* dan tipe *SPS 750-50* memiliki debit maksimum 315 liter/menit. Daya listrik yang digunakan oleh pompa ini sebesar 750 watt.



Gambar 3.3: Pompa celup

- *Variable Frequency Drive (VFD)*

*Variabel frequency drive* atau yang biasa disebut dengan *inverter* adalah suatu alat yang berfungsi mengatur putaran motor listrik dengan cara merubah frekuensi listriknya. VFD yang digunakan pada pengukuran ini bermerk ABB dan dapat digunakan pada motor listrik 1 phasa atau pun 3 phasa dengan daya motor 1 Hp.



Gambar 3.4: *Variable Frequency Drive*

- *Thermometer*

Untuk mengukur temperatur yang terdistribusi di *ice bank* perlu digunakan thermometer. Thermometer yang digunakan pada pengukuran ini adalah jenis thermometer batang alkohol sebanyak 8 buah. Selain itu digunakan juga thermometer digital untuk mengukur temperatur kabin petikemas.



Gambar 3.5: thermometer analog alkohol dan digital.

- *Stopwatch*  
Pada saat pengambilan data, diperlukan informasi waktu yang diambil dengan menggunakan *stopwatch*.
- Rak cetakan es  
Thermometer yang digunakan untuk mengukur distribusi temperatur pada *ice bank*, digantung pada rak cetakan es ini dengan posisi tertentu. Dalam pengukuran ini diperlukan 3 buah rak cetakan es.

### 3.2 PROSEDUR PENGUKURAN

Dalam melaksanakan pengambilan data dari pengukuran distribusi temperatur kami melakukannya dengan prosedur sebagai berikut:

- Mengisi *ice bank* dengan air hingga mencapai ketinggian 25 cm.
- Untuk mengatur putaran motor pompa dengan menggunakan VFD, maka perlu digunakan kabel untuk menghubungkan pompa dengan VFD.
- Thermometer alkohol yang digunakan untuk mengukur temperatur digantungkan pada rak cetakan es dengan menggunakan tali (Gambar 3.6).
- Ukur dan catat temperatur awal *ice bank* pada kedelapan titik (Gambar 3.7) yang telah ditentukan.

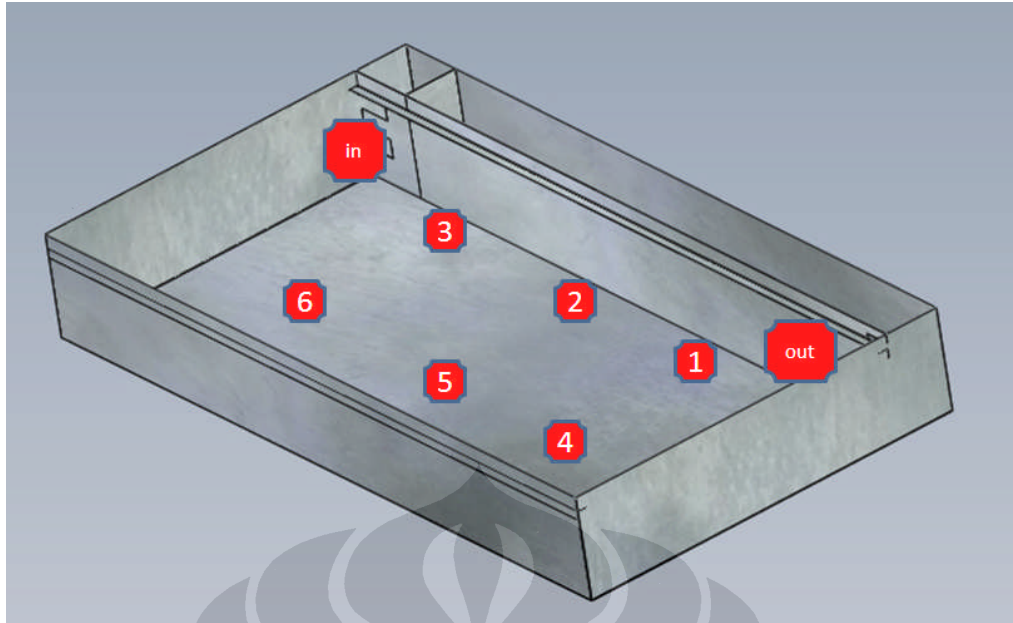
- Ukur dan catat temperatur awal kabin petikemas.
- Masukkan es balok kedalam ruang evaporator pada *ice bank* (Gambar 3.8).
- Nyalakan VFD dan atur frekuensi pompa yang diinginkan.
- Lakukan pencatatan setiap lima menit untuk data temperatur titik 1 sampai dengan 6 dan temperatur masuk serta keluar sisi evaporator.
- Setelah es balok habis, catat waktunya dan catat temperatur akhir kabin petikemas.

Proses pengambilan data dengan prosedur seperti diatas ini dilakukan dengan 3 macam variasi. Variasi yang pertama adalah pada frekuensi listrik pompa yang digunakan yaitu 20 Hz, 35 Hz dan 50 Hz, dimana frekuensi listrik tersebut berbanding lurus dengan debit pompa. Variasi yang kedua adalah pada jumlah es balok yang dimasukkan kedalam sisi evaporator dari *ice bank* yaitu 1 es balok, 2 es balok, dan 3 es balok. Untuk mengetahui titik-titik pengukuran temperatur pada *ice bank* dapat dilihat pada gambar 3.7. Sedangkan variasi yang ketiga adalah pada arah aliran air.



Gambar 3.6: Thermometer analog digantung pada rak *ice can*.





Gambar 3.7: Posisi titik-titik pengukuran pada *ice bank*.



Gambar 3.8: Es balok pada sisi evaporator *ice bank*.

### 3.3 DATA HASIL PENGUKURAN

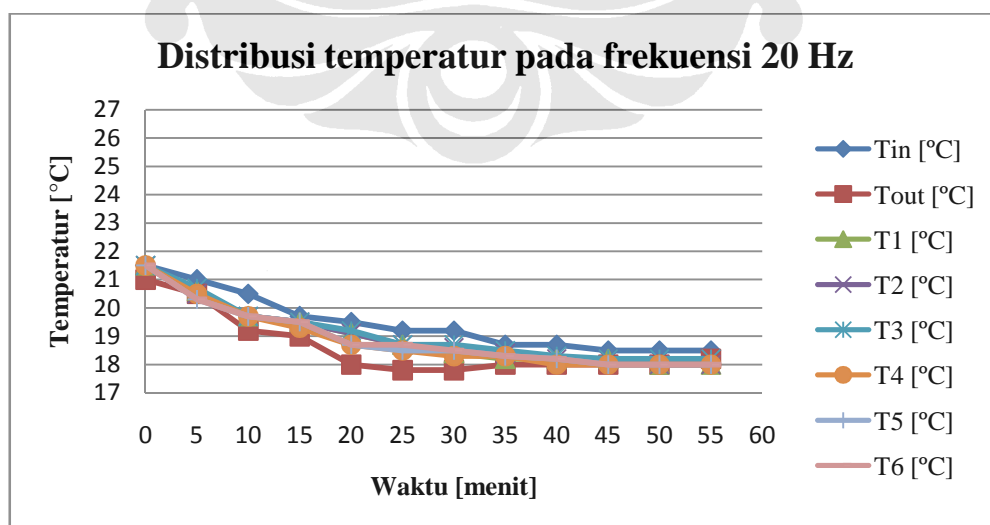
Berikut ini adalah data-data yang didapat dari pengukuran distribusi temperatur pada *ice bank*.

### 3.3.1 Pengukuran I

- Tanggal : 03 Desember 2008
- Jam : 08.00 s/d 08.55
- Frekuensi : 20 Hz (1152 rpm; 126 L/min)
- Jumlah Es : 2 Buah
- Jam<sub>es</sub> habis : 08.55
- $T_{\infty\text{awal}}$  : 28,2 °C (Temperatur awal kabin petikemas)
- $T_{\infty\text{akhir}}$  : 30,7 °C (Temperatur akhir kabin petikemas)

Tabel 3.1 : Pengukuran distribusi temperatur I

No	Waktu [menit]	Tin [°C]	Tout [°C]	T1 [°C]	T2 [°C]	T3 [°C]	T4 [°C]	T5 [°C]	T6 [°C]
1	0	21,5	21	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
2	5	21	20,5	20,6	20,5	20,7	20,5	20,3	20,3
3	10	20,5	19,2	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7
4	15	19,7	19	19,5	19,5	19,5	19,3	19,5	19,5
5	20	19,5	18	19,1	19,1	19,2	18,7	18,7	18,7
6	25	19,2	17,8	18,7	18,7	18,7	18,5	18,5	18,7
7	30	19,2	17,8	18,4	18,6	18,7	18,3	18,5	18,5
8	35	18,7	18	18,2	18,4	18,5	18,3	18,3	18,3
9	40	18,7	18	18,2	18,2	18,3	18	18,2	18,2
10	45	18,5	18	18,2	18,2	18,2	18	18	18
11	50	18,5	18	18	18	18,2	18	18	18
12	55	18,5	18,2	18	18	18,2	18	18	18



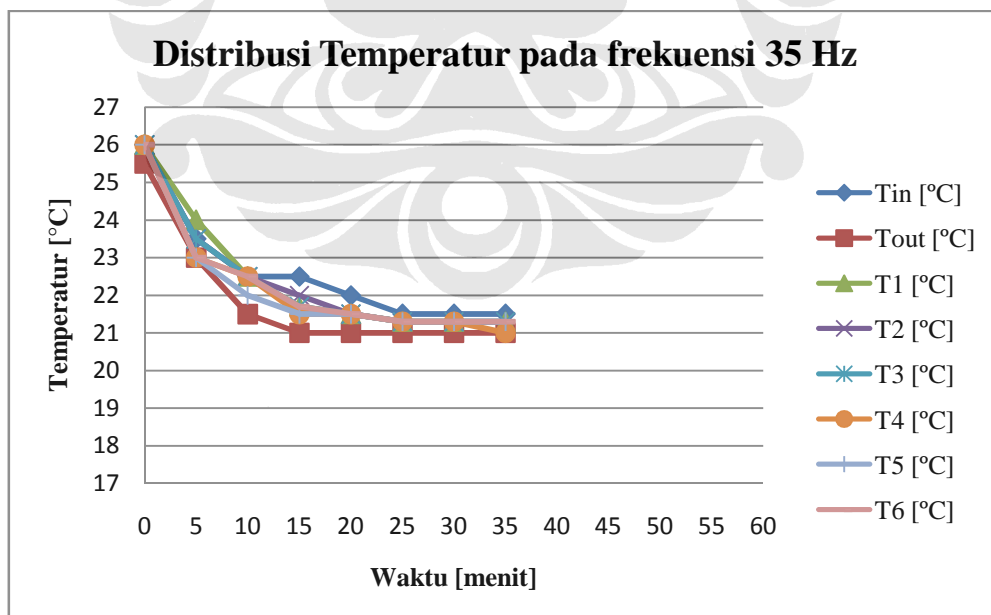
Gambar 3.9: Grafik distribusi temperatur pada pengukuran I

### 3.3.2 Pengukuran II

- Tanggal : 01 Desember 2008
- Jam : 07.20 s/d 07.55
- Frekuensi : 35 Hz (2016 rpm; 220,5 L/min)
- Jumlah Es : 2 Buah
- Jam<sub>es habis</sub> : 07.55
- $T_{\infty\text{awal}}$  : 26,5 °C (Temperatur awal kabin petikemas)
- $T_{\infty\text{akhir}}$  : 27,3 °C (Temperatur akhir kabin petikemas)

Tabel 3.2 : Pengukuran distribusi temperatur II

No	Waktu [menit]	T <sub>in</sub> [°C]	T <sub>out</sub> [°C]	T1 [°C]	T2 [°C]	T3 [°C]	T4 [°C]	T5 [°C]	T6 [°C]
1	0	26	25,5	26	26	26	26	26	26
2	5	23,5	23	24	23,5	23,5	23	23	23
3	10	22,5	21,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22	22,5
4	15	22,5	21	21,7	22	21,7	21,5	21,5	21,7
5	20	22	21	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
6	25	21,5	21	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3
7	30	21,5	21	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3
8	35	21,5	21	21,3	21,3	21,3	21	21,3	21,3



Gambar 3.10: Grafik distribusi temperatur pada pengukuran II

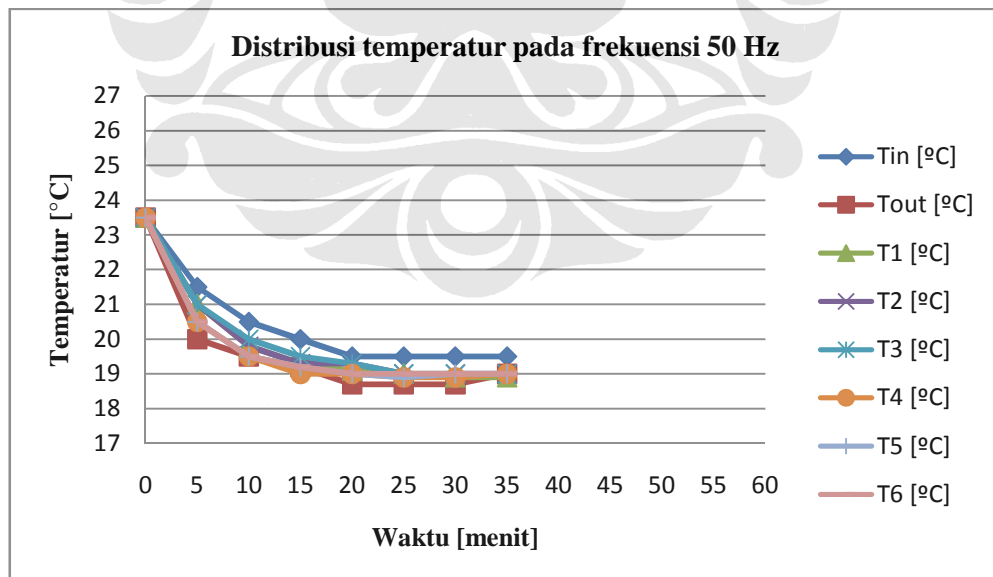


### 3.3.3 Pengukuran III

- Tanggal : 02 Desember 2008
- Jam : 07.10 s/d 07.45
- Frekuensi : 50 Hz (2880 rpm; 315 L/min)
- Jumlah Es : 2 Buah
- Jam<sub>es</sub> habis : 07.35
- $T_{\infty\text{awal}}$  : 26 °C (Temperatur awal kabin petikemas)
- $T_{\infty\text{akhir}}$  : 26,4 °C (Temperatur akhir kabin petikemas)

Tabel 3.3 : Pengukuran distribusi temperatur III

No	Waktu [menit]	Tin [°C]	Tout [°C]	T1 [°C]	T2 [°C]	T3 [°C]	T4 [°C]	T5 [°C]	T6 [°C]
1	0	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
2	5	21,5	20	21	21	21	20,5	20,5	20,5
3	10	20,5	19,5	19,8	19,8	20	19,5	19,5	19,5
4	15	20	19,2	19,3	19,3	19,5	19	19,2	19,2
5	20	19,5	18,7	19,1	19,3	19,3	19	19	19
6	25	19,5	18,7	19	19	19	18,9	18,9	19
7	30	19,5	18,7	18,9	19	19	18,9	19	19
8	35	19,5	19	18,9	19	19	19	19	19



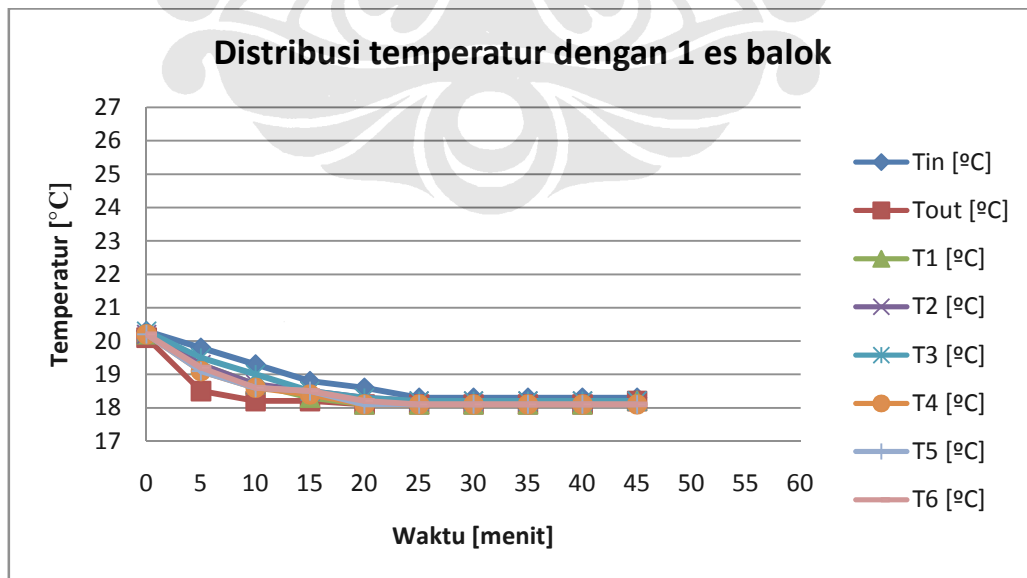
Gambar 3.11: Grafik distribusi temperatur pada pengukuran III

### 3.3.4 Pengukuran IV

- Tanggal : 12 Desember 2008
- Jam : 07.05 s/d 07.50
- Frekuensi : 50 Hz (2880 rpm; 315 L/min)
- Jumlah Es : 1 Buah
- Jam<sub>es habis</sub> : 07.38
- $T_{\infty\text{awal}}$  : 24 °C (Temperatur awal kabin petikemas)
- $T_{\infty\text{akhir}}$  : 26,3 °C (Temperatur akhir kabin petikemas)

Tabel 3.4 : Pengukuran distribusi temperatur IV

No	Waktu [menit]	Tin [°C]	Tout [°C]	T1 [°C]	T2 [°C]	T3 [°C]	T4 [°C]	T5 [°C]	T6 [°C]
1	0	20,3	20,1	20,2	20,2	20,3	20,2	20,2	20,2
2	5	19,8	18,5	19,3	19,3	19,5	19,1	19,1	19,2
3	10	19,3	18,2	18,7	18,7	19	18,6	18,6	18,6
4	15	18,8	18,2	18,3	18,5	18,5	18,4	18,5	18,5
5	20	18,6	18,1	18,1	18,3	18,3	18,1	18,1	18,2
6	25	18,3	18,1	18,1	18,2	18,2	18,1	18,1	18,1
7	30	18,3	18,1	18,1	18,2	18,2	18,1	18,1	18,1
8	35	18,3	18,1	18,1	18,2	18,2	18,1	18,1	18,1
9	40	18,3	18,1	18,1	18,2	18,2	18,1	18,1	18,1
10	45	18,3	18,2	18,2	18,2	18,2	18,1	18,1	18,1



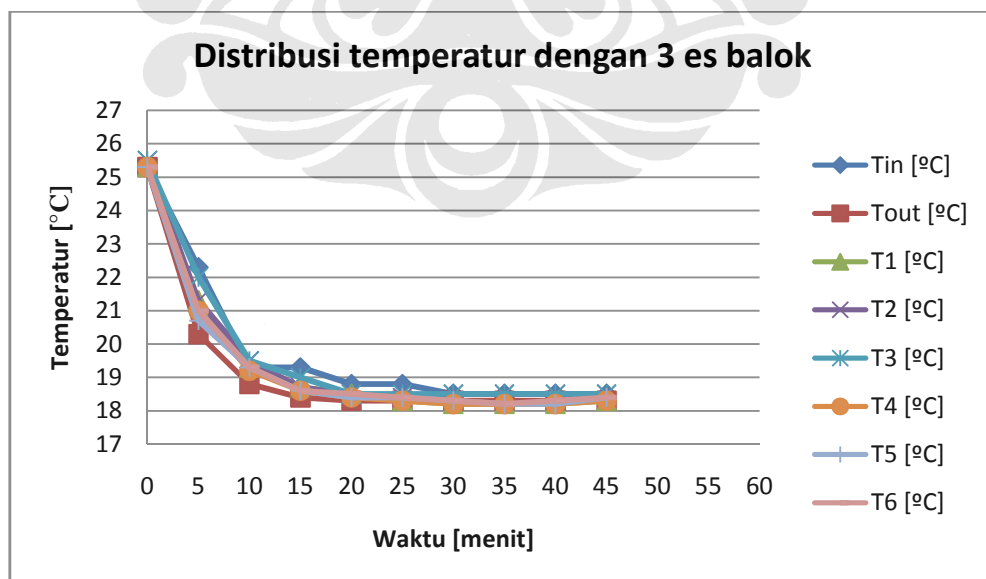
Gambar 3.12: Grafik distribusi temperatur pada pengukuran IV

### 3.3.5 Pengukuran V

- Tanggal : 11 Desember 2008
- Jam : 07.10 s/d 07.55
- Frekuensi : 50 Hz (2880 rpm; 315 L/min)
- Jumlah Es : 3 Buah
- Jam<sub>es habis</sub> : 07.45
- $T_{\infty\text{awal}}$  : 25,2 °C (Temperatur awal kabin petikemas)
- $T_{\infty\text{akhir}}$  : 25,4 °C (Temperatur akhir kabin petikemas)

Tabel 3.5 : Pengukuran distribusi temperatur V

No	Waktu [menit]	Tin [°C]	Tout [°C]	T1 [°C]	T2 [°C]	T3 [°C]	T4 [°C]	T5 [°C]	T6 [°C]
1	0	25,3	25,3	25,3	25,5	25,5	25,3	25,3	25,3
2	5	22,3	20,3	21,3	21,3	22	21	20,7	21
3	10	19,3	18,8	19,3	19,5	19,5	19,2	19,3	19,3
4	15	19,3	18,4	18,7	18,7	19	18,6	18,6	18,6
5	20	18,8	18,3	18,5	18,5	18,5	18,4	18,4	18,5
6	25	18,8	18,3	18,3	18,4	18,5	18,3	18,4	18,4
7	30	18,5	18,3	18,2	18,5	18,5	18,2	18,3	18,3
8	35	18,5	18,3	18,2	18,5	18,5	18,2	18,2	18,2
9	40	18,5	18,3	18,2	18,5	18,5	18,2	18,2	18,3
10	45	18,5	18,3	18,3	18,5	18,5	18,3	18,4	18,4



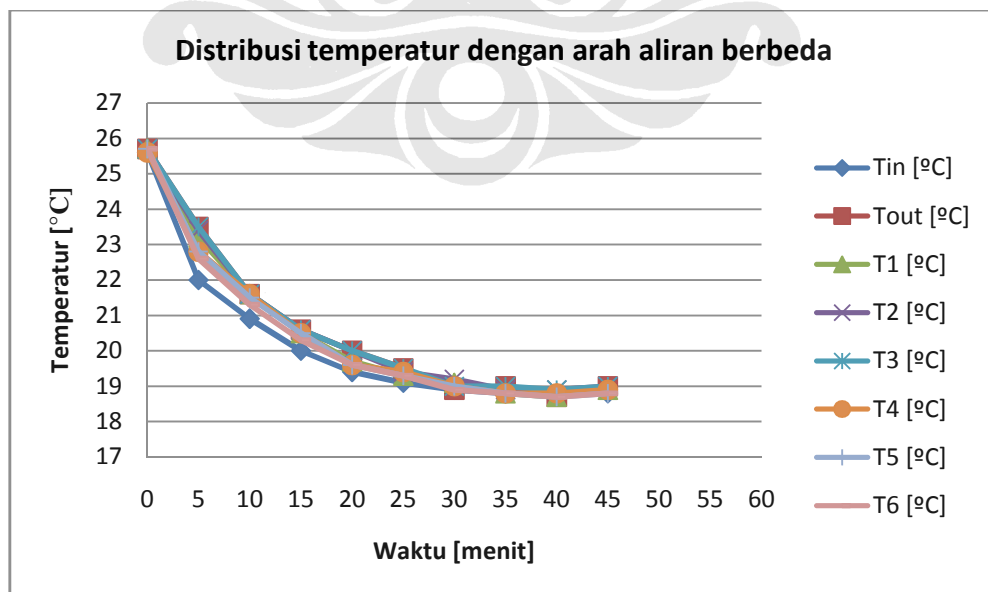
Gambar 3.13: Grafik distribusi temperatur pada pengukuran V

### 3.3.6 Pengukuran VI

- Tanggal : 20 Desember 2008
- Jam : 07.35 s/d 08.20
- Frekuensi : 50 Hz (2880 rpm; 315 L/min)
- Jumlah Es : 3 Buah
- Jam<sub>es habis</sub> : 08.20
- $T_{\infty\text{awal}}$  : 25,5 °C (Temperatur awal kabin petikemas)
- $T_{\infty\text{akhir}}$  : 24,6 °C (Temperatur akhir kabin petikemas)
- Arah aliran : Berlawanan dengan pengukuran-pengukuran sebelumnya.

Tabel 3.6 : Pengukuran distribusi temperatur VI

No	Waktu [menit]	Tin [°C]	Tout [°C]	T1 [°C]	T2 [°C]	T3 [°C]	T4 [°C]	T5 [°C]	T6 [°C]
1	0	25,6	25,7	25,7	25,7	25,7	25,6	25,7	25,7
2	5	22	23,5	23,2	23,4	23,5	22,8	22,8	22,6
3	10	20,9	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,5	21,3
4	15	20	20,6	20,5	20,6	20,6	20,5	20,5	20,3
5	20	19,4	20	19,7	20	20	19,6	19,6	19,6
6	25	19,1	19,5	19,3	19,4	19,5	19,4	19,3	19,3
7	30	18,9	18,9	19,1	19,2	19	19	19	18,9
8	35	18,8	19	18,8	18,9	19	18,8	18,8	18,8
9	40	18,8	18,7	18,7	18,9	18,9	18,8	18,7	18,7
10	45	18,8	19	18,9	19	19	18,9	18,8	18,8



Gambar 3.14: Grafik distribusi temperatur pada pengukuran VI