

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1. Perbandingan Hasil Simulasi dan Eksperimen

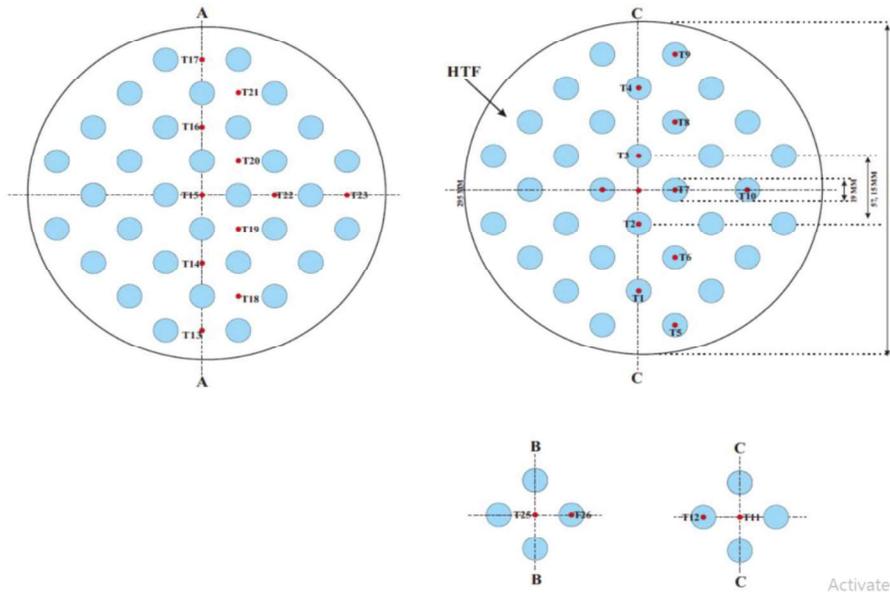
Secara umum hasil simulasi memiliki sifat kebenaran yang abstrak. Disebut demikian karena hasil simulasi tidak menggambarkan dengan kejadian yang sebenarnya. Maka dari itu diperlukan perbandingan hasil simulasi dengan hasil eksperimen untuk mengetahui apakah hasil simulasi sudah sesuai dengan hasil eksperimen. besaran yang dijadikan validasi adalah waktu temperatur HTF, laju perpindahan kalor kumulatif, laju penyerapan kalor serta laju penurunan temperatur HTF (air).

#### 4.2. Evolusi Temperatur HTF

Hasil evolusi temperatur HTF yang di dapatkan berasal dari 25 titik temperatur yang tersebar dengan posisi pada Gambar 4.1. kemudian titik temperatur dibagi menjadi empat segmen sesuai dengan posisinya seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1. Evolusi temperatur HTF pada penelitian ini pada proses discharging secara bertahap. Penyajian data menggunakan kurva dan *contour*.

**Tabel 4.1** pembagian kelompok pada termokopel di HTF

Nama	Posisi	Termokopel
T Air V1	Baris Vertikal 1	T13, T1, T14, T2, T15, T3, T16, T4, dan T17
TAir V2	Baris Vertikal 2	T5, T18, T6, T19, T7, T20, T8, T21, dan T9
TAir H	Baris Horizontal	T15, T7, T22, T10 dan T23
TAir A1	Baris Aksial 1	T15, T25, dan T11
TAir A2	Baris Aksial 2	T7, T26, dan T12



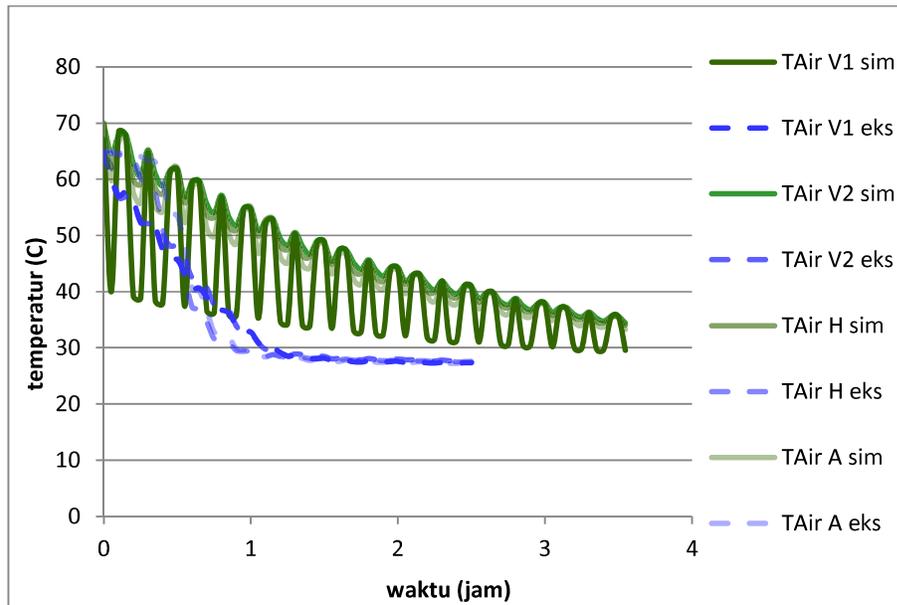
**Gambar 4.1.** Posisi Termokopel

**4.2.1. proses *discharging* secara bertahap**

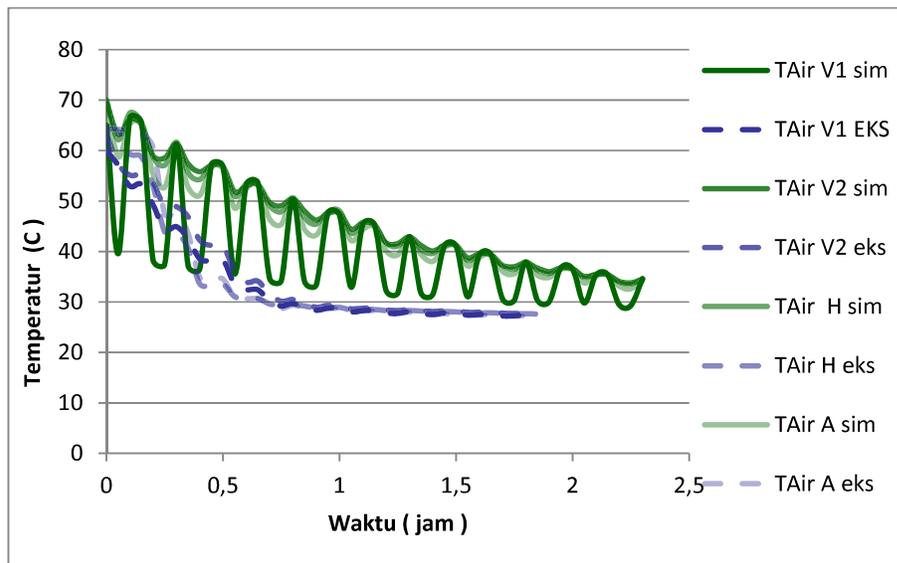
Proses *discharging* merupakan proses penurunan kalor yang ditandai dengan penurunan temperatur. Evolusi temperatur HTF pada proses *discharging* secara bertahap memiliki dua variasi debit yaitu 1,5 LPM dan 2,5 LPM dengan temperatur *inlet* 27°. Kondisi awal HTF sebesar 70°. *Discharging* bertahap memiliki waktu 5 menit, yang mana setiap 5 menit debit air dihidupkan dan 5 menit kemudian debit air dimatikan dan seterusnya sampai temperatur HTF mencapai 35°.

**Tabel 4.2** Hasil Perbandingan Pengujian *Discharging* Secara Discontinyu

Variasi	Waktu ( jam )		Deviasi
	Simulasi	Eksperimen	
1,5 LPM	3,55	2,5	29,52%
2,5 LPM	2,3	1,85	19,56 %



a) 1,5 LPM



b) 2,5 LPM

**Gambar 4.2** Grafik Evolusi Temperatur HTF pada Proses *Discharging* secara Bertahap (a) Variasi 1,5 LPM dan (b) 2,5 LPM

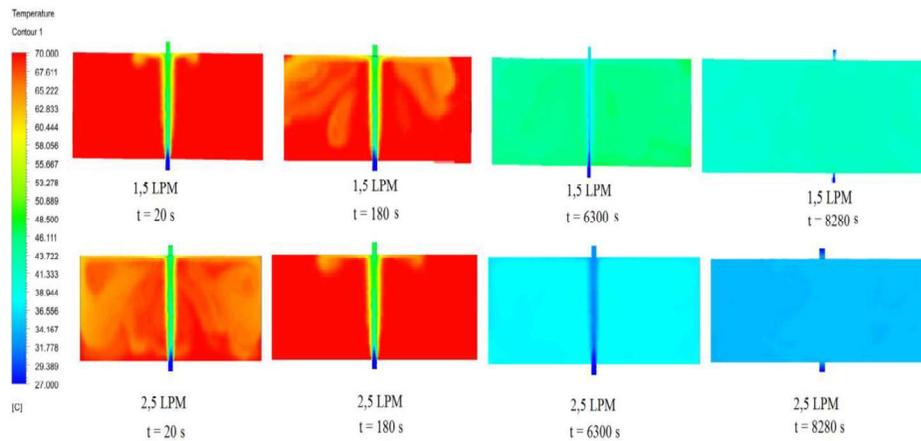
Pada gambar 4.3 memperlihatkan bahwa kurva mengalami naik turun. Hal ini terjadi karena proses discharging yang dilakukan secara bertahap, pada

saat debit air dihidupkan selama 5 menit temperatur HTF akan mengalami penurunan dan ketika debit air dimatikan selama 5 menit temperatur pada HTF akan naik kembali, walaupun tidak terlalu signifikan. Temperatur pada arah vertikal yang ditunjukkan TairV1 dan TAir V2 pada simulasi mengalami penurunan temperatur paling cepat daripada arah posisi lain. Hal tersebut disebabkan karena arah vertikal dekat dengan inlet. Namun pada eksperimen penurunan paling cepat tersebut hanya terjadi di awal-awal, penurunan tercepatnya berganti pada TAir H yg kemudian akan berganti lagi dan cenderung konstan pada TAir A, Hal ini disebabkan karena adanya turbulensi air di dalam tangki dimana air dingin dari inlet akan mengalir melalui arah vertikal dan setelah mencapai puncaknya kemudian air akan mengalir menuju dinding-dinding atas tangki sampai baris horizontal air akan memutar menuju arah vertikal, semakin besar variasi debit yang digunakan maka akan semakin besar juga turbulensi yang terjadi hal tersebut dapat dilihat pada grafik dimana semakin besar variasi debit maka penurunan temperatur paling cepat akan berganti lebih cepat juga. Selain itu dapat dilihat bahwa penurunan temperatur pada eksperimen lebih cepat dibanding pada simulasi. Hal ini disebabkan karena kondisi temperatur *inlet* yang tidak konstan. Sementara nilai deviasi yang kecil pada variasi 1,5 LPM yaitu TAir A dan pada variasi 2,5 LPM yaitu TAir V1.

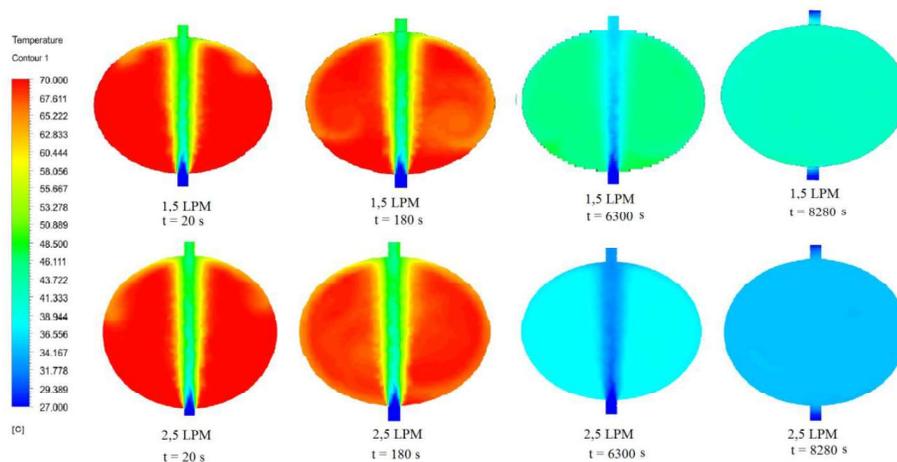
**Tabel 4.3.** Perbandingan Laju Penurunan Temperatur Air pada Proses *Discharging* secara Diskontinyu

Posisi	Laju Penurunan Temperatur 1,5 LPM (°C/jam)			Laju Penurunan Temperatur 2,5 LPM (°C/jam)		
	Simulasi	Eksperi men	Deviasi	Simulasi	Eksperi men	Deviasi
TAir V1	10,56	15,06	29,89 %	13,23	17,77	25,53 %
TAir V2	9,98	14,65	31,92 %	15,23	19,19	20,63 %
TAir H	10,14	14,87	31,77 %	15,40	19,87	22,50 %
TAir A	10,96	15,01	30,98 %	15,53	20,14	22,91 %

Pada gambar 4.4 menunjukkan besarnya variasi debit berpengaruh pada waktu penurunan temperatur, pada variasi debit 2,5 LPM lebih cepat daripada 1,5 LPM juga dibuktikan pada Gambar 4.4 pada detik ke 6300 *contour* variasi 2,5 LPM di dominasi warna biru, sedangkan untuk detik yang sama *contour* 1,5 LPM warna hijau lebih mendominasi.



a) Contur Temperatur Arah Aksial



b) Contur Arah Radial

**Gambar 4.3** Contur Temperatur HTF pada Proses *Discharging* Bertahap variasi 2,5 LPM dan 1,5 LPM (a) Contur Arah Aksial dan (b) Contur Arah Radial

### 4.3. Pelepasan kalor komulatif

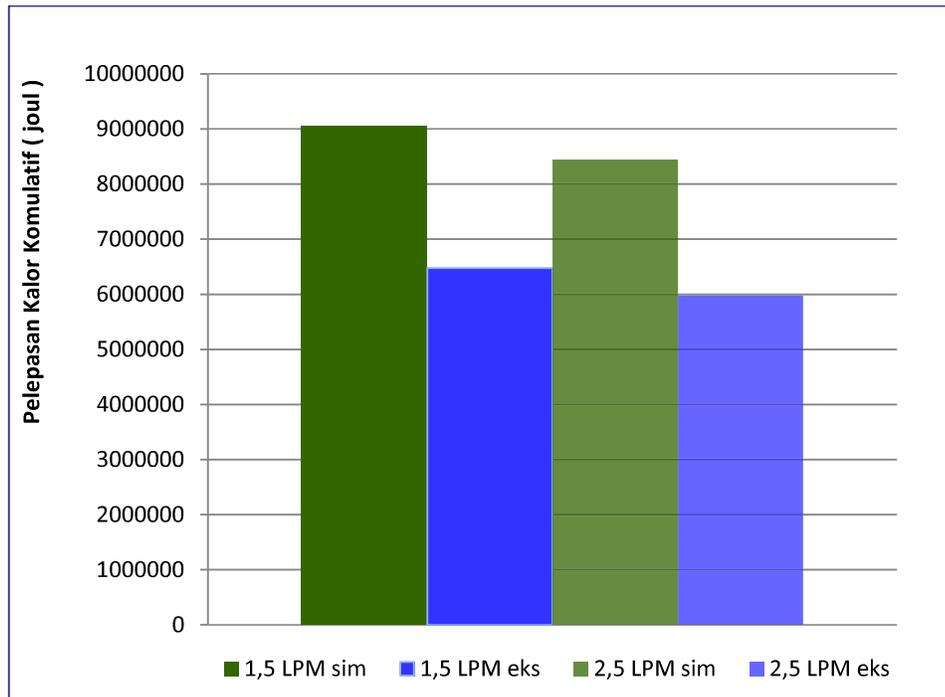
Pelepasan kalor komulatif adalah gabungan energi termal yang dilepas dari awal sampai ahir. Pelepasan kalor yang terjadi pada variasi debit 1,5 LPM dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} Q_{kum} &= m.(H_i - H_f) \\ &= \rho.V_{tangki}.(H_{awal\ rata-rata\ tangki} - H_{akhir\ rata-rata\ tangki}) \\ &= 1000\text{kg/m}^3 \cdot 0,060083\text{ m}^3 \cdot (182738,44 - 32156,58)\text{ J/kg} \\ Q_{kum} &= 9047403,57\text{ J} \end{aligned}$$

Adapun persamaan tersebut digunakan untuk variasi debit air lainnya dan hasil pelepasan kalor komulatif dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan grafiknya pada Gambar 4.5 Sebagai berikut :

**Tabel 4.4** Nilai pelepasan kalor komulatif

No	Variasi Debit (LPM)	Pelepasan kalor komulatif (J)	Deviasi
1	1,5 sim	9047403,57	28,41 %
2	1,5 eks	6477267,69	
3	2,5 sim	8439528,875	29,12 %
4	2,5 eks	5981779,82	



**Gambar 4.4** Grafik Nilai Pelepasan Kalor Kumulatif

Pada gambar 4.5 Grafik tentang nilai pelepasan kalor kumulatif dari setiap variasi debit menunjukkan bahwa semakin besar variasi debit air yang di alirkan maka nilai pelepasan kalor kumulatifnya akan semakin kecil.

#### 4.4. Laju Pelepasan Kalor

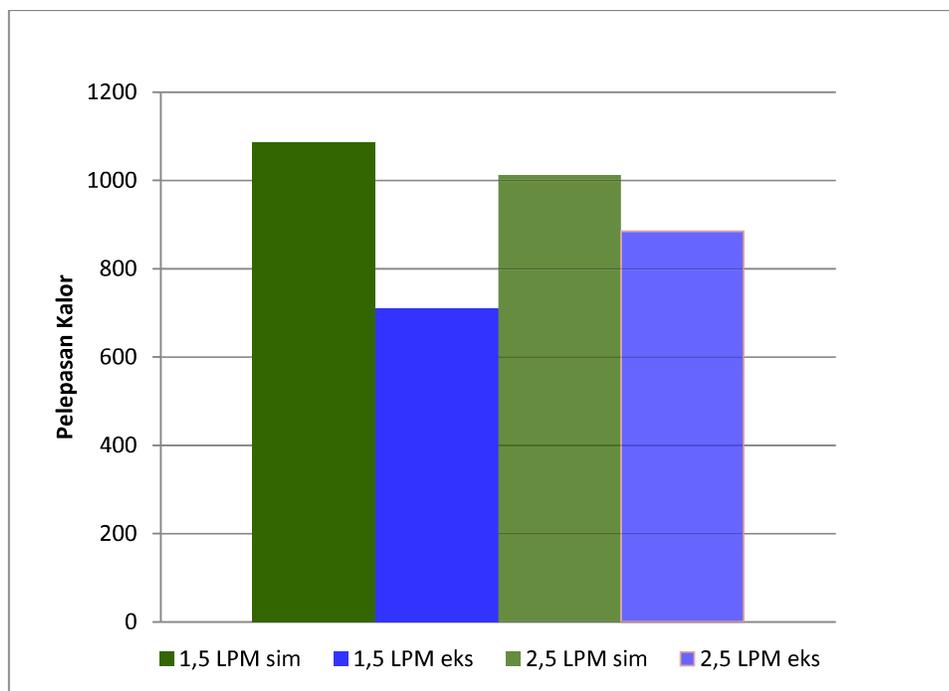
Laju pelepasan kalor yang terjadi pada setiap variasi debit air dapat dihitung dengan membandingkan nilai pelepasan kalor kumulatif dengan total waktu setiap variasi debit. Pada variasi debit 1,5 LPM nilai laju pelepasan kalor dapat di hitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \dot{Q} &= Q / \Delta t \\
 &= Q_{kum} / t_{total} \\
 &= 6.815.830,07 \text{ J} / 11485 \text{ s} \\
 \dot{Q} &= 593,45 \text{ J/s}
 \end{aligned}$$

Adapun persamaan tersebut sama-sama digunakan untuk variasi debit air lainnya dan nilai hasil laju pelepasan kalor dapat dilihat pada Tabel 4.5 Dan grafik Gambar 4.6 Berikut :

**Tabel 4.5** Laju pelepasan kalor

No	Variasi Debit (LPM)	Nilai Laju Pelepasan Kalor (J/s)	Deviasi
1	1,5 sim	1085,080783	34,54 %
2	1,5 eks	710,23	
3	2,5 sim	1012,176646	12,51 %
4	2,5 eks	885,53	



**Gambar 4.5** Grafik Laju Pelepasan Kalor

Pada Gambar 4.6 Grafik Laju Pelepasan Kalor, menunjukkan bahwa besarnya debit yang dialirkan akan mempengaruhi nilai laju pelepasan kalor. Semakin besar variasi debit air maka akan semakin besar juga laju pelepasan kalornya.

#### **4.5. Laju Penurunan Suhu Air**

Laju penurunan suhu air pada setiap variasi debitnya dapat dihitung menggunakan gradien suhu . pada variasi debit 1,5 LPM nilai laju penurunan suhu air dapat dihitung sebagai berikut :

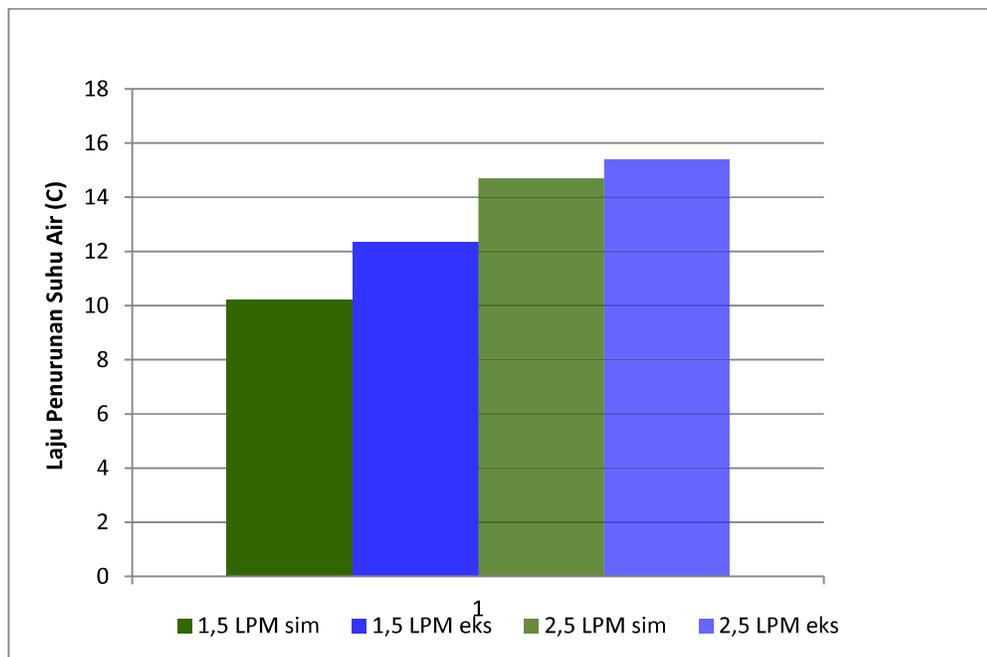
$$\begin{aligned} \text{Laju penurunan suhu air} &= (\text{Tawal} - \text{Takhir}) \times 3600 / t_{\text{total}} \\ &= (63,61616 - 30,66186) \times 3600 / 11485 \end{aligned}$$

$$\text{Laju penurunan suhu air} = 10,33^{\circ}\text{C}/\text{Jam}$$

Adapun perhitungan tersebut sama-sama digunakan untuk variasi debit air lainnya dan nilai laju penurunan suhu air dapat dilihat pada Tabel 4.6 Dan grafik pada Gambar 4.7 Sebagai berikut :

**Tabel 4.6** Nilai Laju Penurunan Suhu Air

No	Variasi Debit (LPM)	Laju Penurunan Suhu Air ( $^{\circ}\text{C}/\text{Jam}$ )	Deviasi
1	1,5 sim	10,22	20,93 %
2	1,5 sim	12,36	
3	2,5 eks	14,70	4,82 %
4	2,5 eks	15,41	



**Gambar 4.6.** Grafik Laju Penurunan Suhu Air

Pada Gambar 4.7 Grafik Laju Penurunan Temperatur Air, menunjukkan bahwa besarnya debit air yang dialirkan akan mempengaruhi laju penurunan

suhunya, semakin besar variasi debit air yang di aliran maka akan semakin besar juga laju penurunan temperatur airnya.