

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Alat Penelitian

Pada penelitian ini agar pengambilan data valid diperlukan perangkat yang mendukung pada saat proses pengambilan data, baik berupa perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*). Perangkat lunak (*software*) yang dipakai pada penelitian ini adalah *applent temperature*.



Gambar 3.1 Alat Penelitian Solar Water Heater

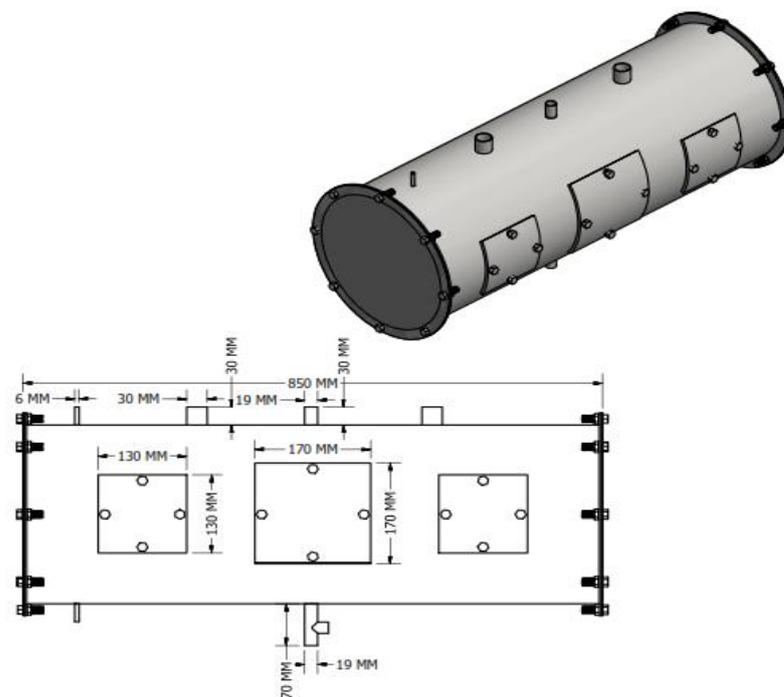
Adapun terdapat komponen - komponen penunjang alat SWH ini adalah sebagai berikut :

1. Tangki SWH (*Solar Water Heater*)

Tangki SWH merupakan alat yang digunakan sebagai penyimpanan air, yang didalamnya terdapat kapsul tembaga berisi PCM sejumlah 32 buah yang berfungsi sebagai penyimpan energi termal pada air dan pipa tembaga berisi PCM tersebut. Tangki SWH memiliki 3 lubang dengan bentuk kotak yang berguna untuk memudahkan pemasangan 32 pipa pada bagian dalam tangki, dan memiliki 2 lubang penutup pada sisi tangki, serta 5 lubang penghubung input pipa pvc, output pipa pvc, tempat keluar

termokopel yang terpasang pada kapsul berisi paraffin wax dan serbuk tembaga 20%, dan terdapat selang pengukur volume air.

Tangki SWH dilapisi dengan *glass wool* dan aluminium foil dengan tujuan untuk meminimalisir panas yang keluar dari dalam tangki atau *heat loss*. Pada penelitian ini tangki digunakan untuk tempat pemasangan PCM *paraffin wax* dan serbuk tembaga saat proses *discharging*. Tangki TES ini terbuat dari bahan *stainles steel* memiliki panjang 850 mm, diameter 300 mm, dan volume sebesar 60 liter.



Gambar 3. 2 Tangki SWH 2 Dimensi



Gambar 3. 3 Tangki SWH dilapisi *glass woll* dan alumunium foil

## 2. Kapsul PCM

Kapsul PCM merupakan wadah dari campuran *paraffin wax* dan sebuk tembaga 20% yang berperan sebagai penyimpan energi termal (*Thermal Energy Storage*). Kapsul terbuat dari bahan tembaga dipasang didalam tangki SWH dengan jumlah 32 buah. Masing-masing pipa memiliki panjang 700 mm dan diameter luar 19 mm.



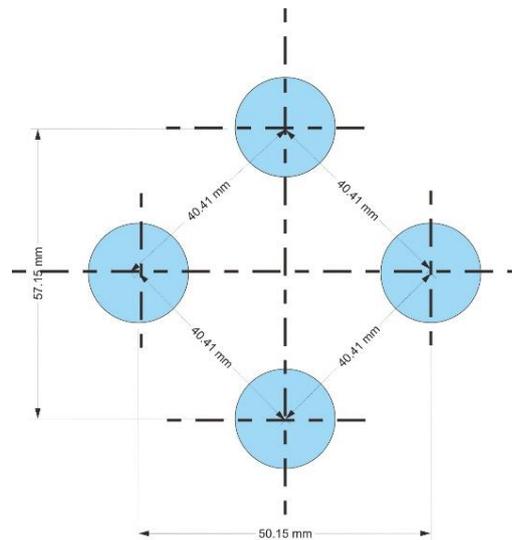
Gambar 3.4 Kapsul PCM sudah tersusun dan dipasang termokopel

Selain sebagai wadah PCM kapsul PCM juga digunakan sebagai tempat peletakkan termokopel yang terdiri atas penampang A, B, dan C dimana letak termokopel berada didalam kapsul, didinding kapsul, dan diarahkan ke air. Pemasangan termokopel bertujuan untuk memperoleh hasil perbedaan suhu dari setiap termokopel yang berada didalam pipa, didinding pipa, serta mengarah ke air pada setiap penampangnya.

Pemasangan termokopel pada penampang A yaitu T1, T2, T5, T6, T7, T9, T11, T13 (didalam kapsul PCM), T3, T5, T8, T10, T12 (didinding kapsul PCM), T15, T17, T19, T14, T16, T18, T20, T21, T22 (mengarah ke air). Pemasangan termokopel pada penampang B yaitu T23 (didalam kapsul PCM) dan T24 (mengarah ke air). Dan pemasangan termokopel pada penampang C yaitu T25 (didalam kapsul PCM) dan T26 (mengarah ke air). Desain *numbering* pemasangan termokopel pada setiap penampang dapat dilihat pada Gambar 3.23.

### 3. Dudukan penopang kapsul tembaga (*Tube Sheet*)

Dudukan ini merupakan tempat (*base*) untuk meletakkan dan menyusun kapsul PCM yang dimasukkan kedalam tangki SWH. Dudukan ini berjumlah 2 buah yang berbahan alumunium dan memiliki jumlah lubang sebanyak 32 pada setiap dudukan. Berikut dudukan penopang pipa tembaga (*tube sheet*) beserta ukurannya tampak 2 dimensi dan bentuk visual dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6.



Gambar 3. 5 Dudukan Penopang Pipa Tembaga



Gambar 3. 6 Dudukan Penopang Pipa Tembaga

### 4. Rotameter 3 LPM

Rotameter 3 LPM digunakan untuk mengatur variasi debit air yang masuk ke tangki TES pada saat proses *discharging*. Debit air maksimal yang dapat terukur oleh rotameter air ini adalah 3 LPM atau 0.8 GPM.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Rotameter

No.	Aspek	Keterangan
1	Merek	LZT M-15
2	Dual Scala	GPM/LPM
3	Ukuran	Drat 3/4"



Gambar 3. 7 Rotameter Air 3 LPM

#### 5. *Applent Temperature Data Logger AT 4532*

*Applent Temperature Data Logger AT 4532* berfungsi untuk membaca suhu yang diperoleh dari 32 titik *termokopel* yang terpasang pada tangki TES dan data yang diambil dapat langsung dibaca pada layar *data logger* atau juga bisa disambungkan ke laptop dengan menggunakan *software applent temperature* untuk mempermudah membaca dan memantau pada saat proses pengambilan data juga dapat mempermudah penyimpanan data.

Tabel 3. 2 Spesifikasi Data Logger

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Merek	Applent AT4532
2	Jumlah chanel	32 chanel
3	Dimensi	216mm (L) x88mm (T) x300mm (P)
4	Berat	3 Kg
5	Akurasi	0.2% + 1 °C
6	Rentang Suhu	-200 ° C ~ 1300 ° C



Gambar 3. 8 Applent Temperatur Data logger

#### 6. Termokopel

Termokopel adalah alat yang digunakan untuk mengukur suatu temperatur. Termokopel dipasang pada kapsul PCM (didalam tangki), pipa pvc, dinding tangki bagian luar dan bak air. Untuk mendapatkan temperatur yang sebenarnya termokopel harus dikalibrasi dahulu sebelum dapat digunakan.



Gambar 3. 9 Termokopel

#### 7. Laptop

Laptop digunakan untuk membantu proses pengambilan data, laptop dihubungkan dengan *data logger* menggunakan aplikasi *applent temperature* pada saat pengambilan data sehingga data suhu dari 32 termokopel yang terhubung pada *data logger* dapat terbaca pada laptop dan data dapat otomatis tersimpan pada laptop.

Tabel 3. 3 Spesifikasi Perangkat Laptop

No.	Jenis hardware	Perangkat komputer
1	<i>Processor</i>	Intel Core i5-8250U 3.4Ghz
2	<i>Motherboard</i>	Asus
3	<i>RAM</i>	4 GB DDR 4
4	<i>Graphic Card</i>	NVIDIA GEOFORCE 930MX
5	<i>Storage</i>	1TB SATA HDD 5400RPM



Gambar 3. 10 Laptop

#### 8. Selang air

Selang air berfungsi untuk mengalirkan air dari kran tandon air ke tangki saat proses *discharging kontinyu* berlangsung. Spesifikasi selang air yang digunakan yaitu berukuran panjang 12 meter dan diameter 3/4".



Gambar 3. 11 Selang Air

#### 9. Bak penampung air

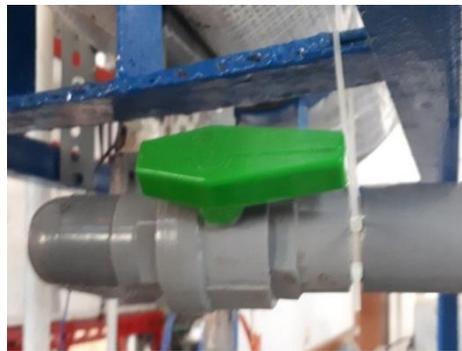
Bak penampung air digunakan untuk menampung air pada saat proses *discharging* dan penempatan T32 untuk membaca suhu air yang keluar dari tangki pada saat proses *discharging*. Bak penampung yang dipakai berukuran 760mm x 530mm x 450mm dengan kapasitas volume sebesar 181 lter.



Gambar 3. 12 Bak Penampung Air

#### 10. Valve

*Valve* merupakan alat yang berfungsi untuk mengatur, mengarahkan, dan mengontrol aliran dari suatu aliran *fluida* dengan membuka dan menutup sebagian jalan dari alirannya digunakan untuk membuka atau menutup aliran air. Ada dua *valve* yang digunakan yang pertama *valve discharging* yang dihubungkan dengan kran *input* air dari tandon dibuka pada saat proses *discharging*. Yang kedua *valve charging* pada proses *discharging* maka *valve* ini ditutup. Saat proses *discharging* menggunakan *valve* ukuran 3/4in dan sebanyak 2 buah.



Gambar 3.13 Valve

#### 11. Saringan 200 mesh

Saringan 200 mesh merupakan alat yang digunakan untuk menyaring serbuk tembaga agar memiliki ukuran dan bentuk yang sama sehingga saat dicampur dengan *paraffin wax* keudian *dimixer* akan merata dan diharap campuran *paraffin CU 20%* mempunyai sifat homogen.



Gambar 3.14 Saringan 200 mesh

## 12. Mixer

*Mixer* merupakan alat yang digunakan untuk mencampur *paraffin wax* dengan serbuk tembaga, *mixer* dilengkapi dengan *heater* sehingga saat *paraffin wax* cair dicampurkan dengan CU *paraffin wax* tidak langsung membeku.

Tabel 3. 4 Spesifikasi mixer

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Daya	34 Watt
2	Continuous run time	600 hours
3	Kapasitas	1 liter



Gambar 3.15 Mixer

## 13. Timbangan Digital

Timbangan digunakan untuk menimbang massa *paraffin wax* dan CU yang akan di masukkan ke dalam kapsul PCM agar tiap kapsul memiliki massa yang sama sehingga hasil dari penelitian lebih akurat.



Gambar 3.16 Timbangan digital

## 3.2 Bahan Penelitian

### 3.2.1 Air

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air biasa (SHS) sebagai *heat transfer fluid* (HTF), *paraffin wax* dan campuran serbuk tembaga dengan variasi 20% berat. Air sebagai *heat transfer fluid* (HTF), serbuk tembaga 20% sebagai *phase change material* (PCM), *Properties* air dapat dilihat pada Tabel 3.5

Tabel 3. 5 Properties Air (Cengel, 2003)

Air	
Boiling Point (°C)	100
Laten Heat of Vaporization (kJ/kg)	2257
Freezing Point (°C)	0
Laten Heat of Fusion (kJ/kg)	333,7
Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	1000
Kalor Jenis Spesifik pada suhu 25°C (J.kg.K)	4180
Konduktivitas Termal pada suhu 25°C (W/m.K)	0,607

### 3.2.2 Paraffin wax lokal

Bahan yang kedua pada penelitian ini adalah *paraffin wax* lokal, yang akan dicampur dengan serbuk tembaga 20% berat sebagai PCM. *Paraffin wax* lokal perlu diketahui sifat fisik dan juga sifat termalnya yang berupa densitas material ketika solid maupun liquid pada suhu tertentu, kalor jenis, *melting point* dan lain-lain. Berdasarkan sifat fisik dan termal yang harus diketahui maka harus dilakukan pengujian menggunakan metode pengujian DSC (*Differential Scanning Calorimetry*). Berikut *paraffin wax* lokal terdapat pada gambar 3.16 dan hasil uji DSC terdapat pada table 3.6 dan 3.7 serta grafik hasil uji DSC pada gambar 3.17.



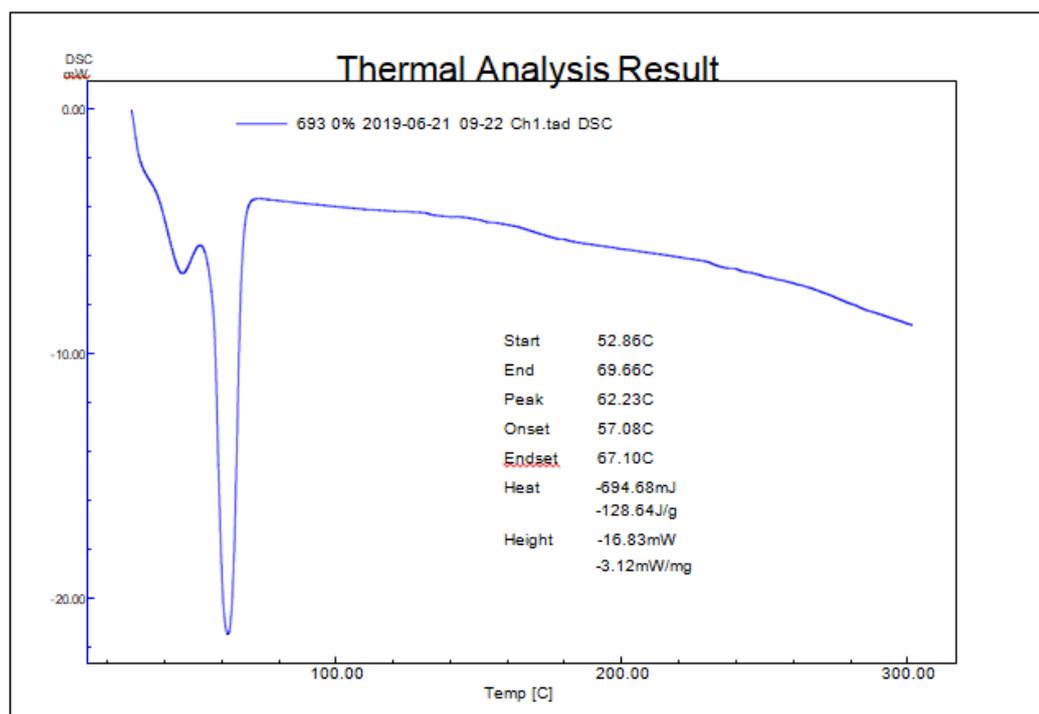
Gambar 3. 17 Paraffin Wax Lokal

Tabel 3. 6 Hasil uji DSC pada *paraffin wax* lokal

[File Information]		[Temp Program]	
File Name:	693 20% 2019-06-21 13-35 Ch1.tad	Start Temp [°C]	30
Sample Name:	20%	Temp Rate [°C/min]	10
Lot No:	693	Hold Temp [°C]	300
Acquisition Date:	2019/06/21	Hold Time [min]	0
Acquisition Time:	13:35:08(+0700)	Gas	Nitrogen
Detector:	DSC-60		
Serial No:	C30935200137SA		
Operator:	Heri		
Atmosphere:	Nitrogen		
Flow Rate:	30[ml/min]		
Cell:	Aluminum Seal		
Sample Weight:	4.900[mg]		
Molecular Weight:	0.00		

Tabel 3. 7 Hasil uji DSC *paraffin wax* lokal

[DSC Peak]	1
Peak	
[°C]	61.61
Onset	
[°C]	58.03
Endset	
[°C]	66.17
Heat	
mJ	-526.08
J/g	-107.36
Height	
mW	-15.42
mW/mg	-3.15



Gambar 3. 18 Gambar grafik hasil uji DSC pada paraffin wax-CU 20%

### 3.2.3 Paraffin wax rubitern 60

*Paraffin wax* RT60 merupakan jenis paraffin yang memiliki *melting point* 60°C serta memiliki spesifikasi yang tertera pada table 3.8. Dan dari hasil pengujian DSC pada *paraffin wax* lokal diperoleh hasil *melting point* sebesar 62°C. hal ini mendasari bahwa pada penelitian ini *paraffin wax* lokal diasumsikan seperti RT60 karena memiliki *melting point* hampir sama sehingga dari asumsi tersebut dapat diperoleh spesifikasi termal lainnya yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan dalam penelitian ini, serta mengetahui kemampuan karakteristik termal pada *paraffin wax* lokal yang digunakan.

Tabel 3. 8 Spesifikasi dari paraffin wax RT 60 (*Rubitern phase change material*)

<b><i>Paraffin Wax RT 60</i></b>	
Temperatur leleh (°C)	55-61 [°C] Titik puncak : 60 [°C]
Temperatur beku (°C)	61-55 [°C] Titik puncak : 61 [°C]
Kapasitas penyimpan panas ± 7,5 %	160 [kJ/kg]
Kombinasi panas laten dan panas sensible dalam kisaran suhu 53 °C hingga 68 °C	40 [Wh/kg]
Kapasitas panas spesifik	2 [kJ/kg.K]
Massa jenis padat pada 15 °C	0,88 [kg/l]
Massa jenis cair pada 80 °C	0,77 [kg/l]
Konduktivitas panas (fase kedua)	0,2 [W/(m.K)]
Volume ekspansi	12,5 [%]
Titik nyala	>200 [°C]
Maksimum suhu operasi	80 [°C]

### 3.2.4 Serbuk tembaga 200 mesh

Serbuk tembaga 200 mesh didapat dari pengayakan menggunakan ayakan dengan spesifikasi 200 mesh yaitu terdapat 200 lubang dalam luasan ayakan 1 inch<sup>2</sup>, sehingga menghasilkan serbuk yang sangat halus, Tetapi serbuk tembaga

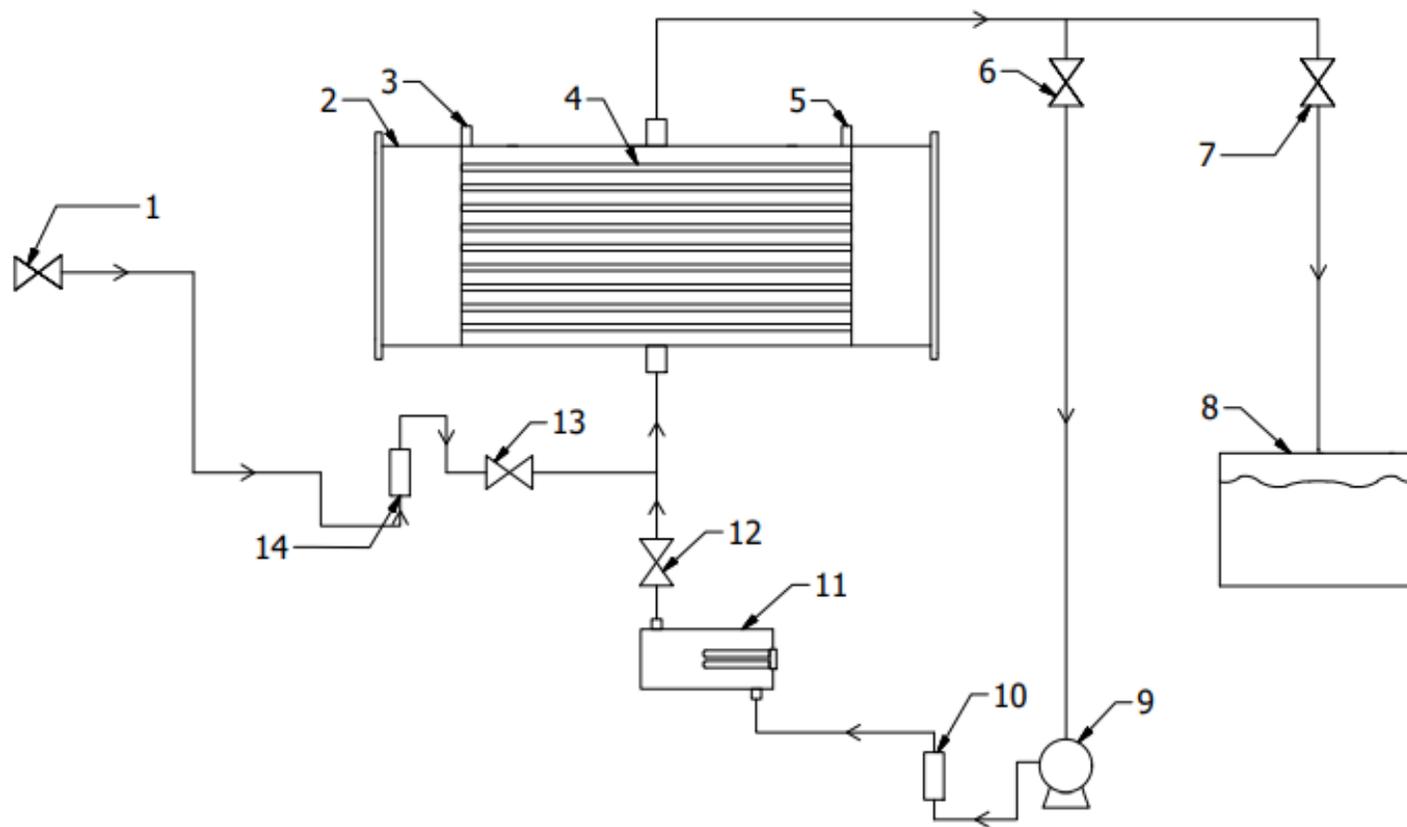
yang dihasilkan tidak dikategorikan sebagai nano material karena minimal ukuran mesh yaitu 1250 atau sama dengan 10 mikrometer sedangkan mesh 200 berukuran 74 mikrometer. Berikut serbuk CU terdapat pada gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Serbuk CU

### 3.3 Skema Penelitian

Skema alat SWH tersebut merupakan skema proses *discharging* yang terdiri dari (1) katup inlet yang berfungsi sebagai masuknya aliran air dari kran ke tangki, (3) *rotameter* LZT M – 15 *Instrument Company* yang dapat mengukur debit sebesar 0,2 – 3,0 LPM serta 1 – 8 GPM LZT M – 15, (2) Tangki SWH yang berisi kapsul PCM di dalamnya, (8) katup outlet yang berfungsi sebagai keluarnya air menuju ke bak penampungan, dan (9) bak penampungan sebagai tempat menampung air yang keluar dari tangki.



Gambar 3. 20 Skema Proses *Discharging* Kontinyu

Keterangan nomor pada Gambar 3.19 :

1. Keran Air,
2. Tangki SWH,
3. Lubang pipa masuknya termokopel,
4. Kapsul PCM,
5. Lubang pipa masuknya termokopel,
6. Valve keluarnya air dari tangki ke pompa,
7. Valve keluarnya air dari tangki ke bak,
8. Bak Penampung Air,
9. Pompa,
10. Rotameter 1000 mLPM
11. *Heater*,
12. Valve *heater*,
13. Valve masuknya air dari keran ke tangki,
14. Rotameter 3 LPM.

### 3.3.1 Proses Pengambilan Data

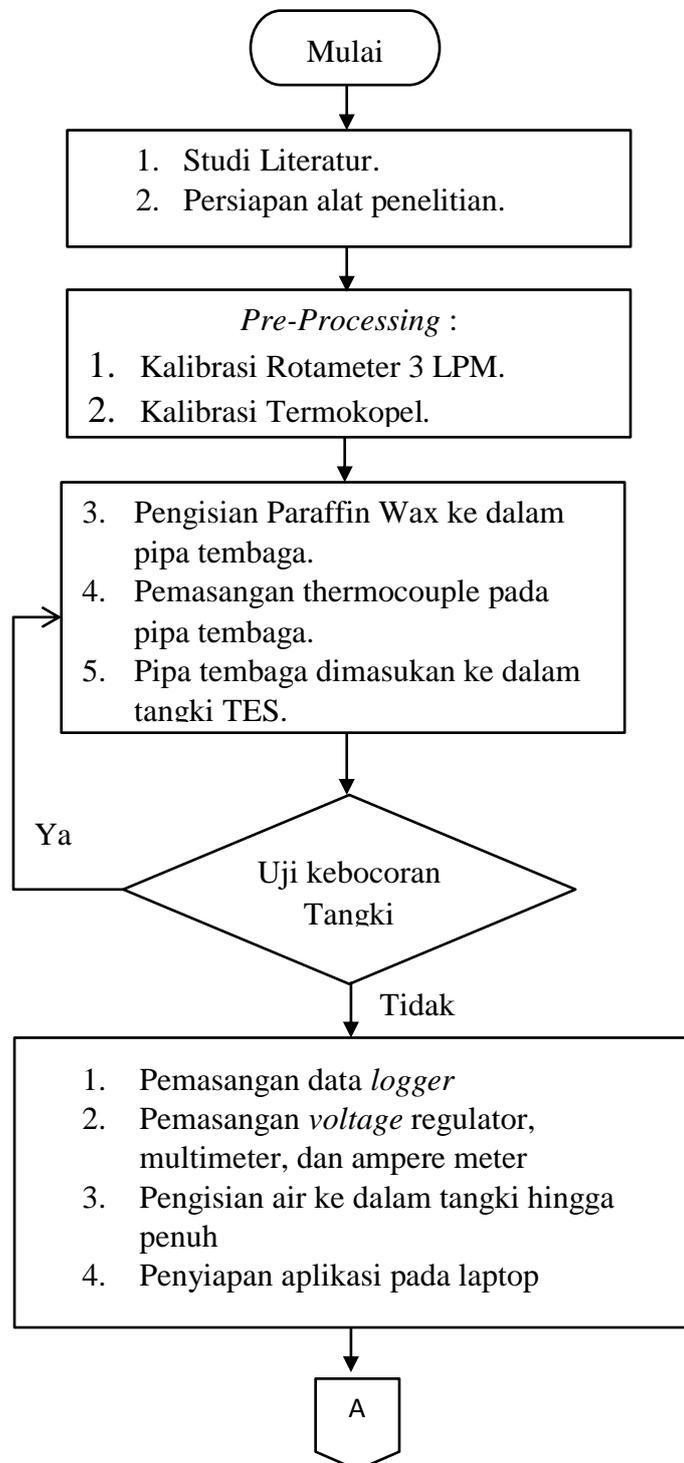
Sebelum melakukan pengambilan data *discharging* kontinyu terlebih dahulu dilakukan pengambilan data *charging* dengan variasi fluks kalor hingga suhu mencapai 70°C, setelah pengambilan data *charging* selesai barulah proses pengambilan data *discharging* kontinyu bisa dimulai, dengan menutup valve *charging* kemudian sambungkan input air dari kran ke rotameter 3 LPM dan membuka valve *discharging*, kemudian atur variasi debit air ke 1 LPM lalu proses pengambilan data bisa dimulai dengan menekan start pada aplikasi *applent data logger* di laptop dan tunggu hingga suhu pada bak T32 mencapai 35°C. Lakukan langkah yang sama dari variasi 1 LPM hingga 2,5 LPM.

## 3.4 Rencana Analisis Data

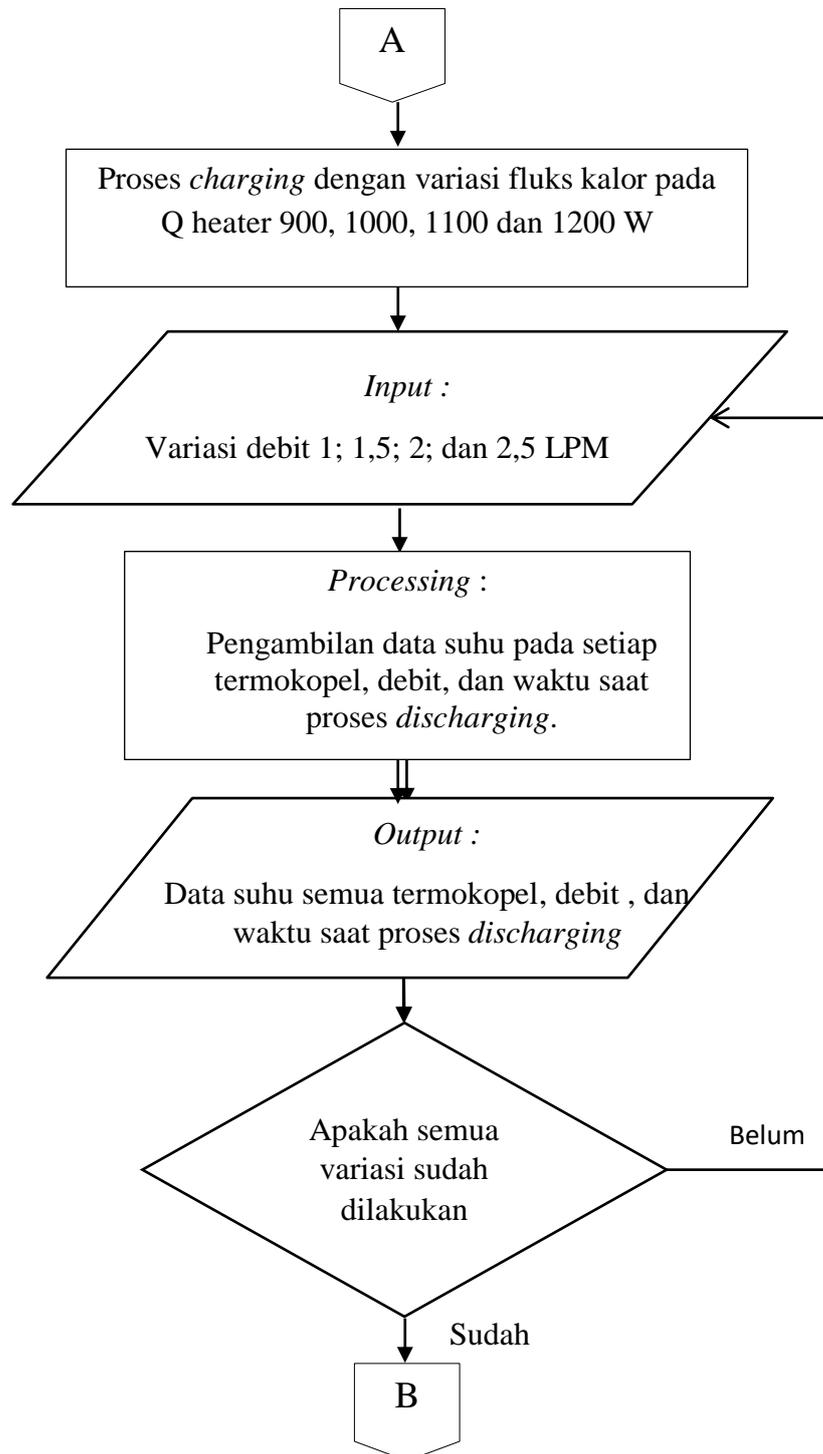
### 3.4.1 Variasi Penelitian

Variasi penelitian menggunakan empat variasi debit air yaitu 1; 1,5; 2; 2,5 LPM.

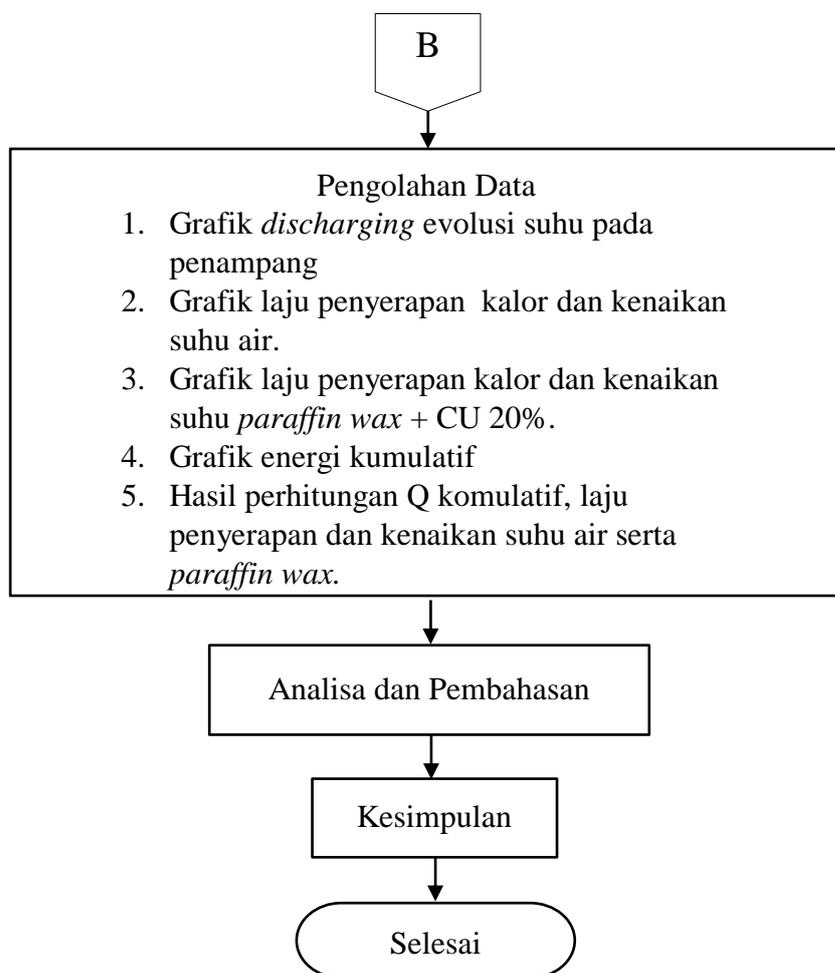
### 3.4.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 21 Diagram alir penelitian



Gambar 3.21. Diagram alir penelitian (lanjutan)



Gambar 3.21. Diagram alir penelitian (lanjutan)

### 3.4.3 Jalannya Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan studi literatur pada suatu kasus. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan untuk mengembangkan hasil penelitian sebelumnya ke penelitian lanjutan, sehingga akan mendapatkan hasil yang lebih baik. Penelitian ini dibagi menjadi 3 langkah pengambilan data yaitu, *Pre-Processing*, *Processing*, dan *Post-Processing*.

#### 1. *Pre-Processing*

*Pre-Processing* adalah tahap awal yang harus dilakukan sebelum memulai penelitian. Tahapan *Pre-Processing* terdiri dari kalibrasi rotameter 3 LPM, kalibrasi termokopel, pengisian *paraffin Cu* 20% pada pipa tembaga, pemasangan termokopel pada pipa tembaga dan pengecekan kebocoran pada tangki saat berisi air.

a. Kalibrasi Rotameter 3 LPM

Kalibrasi rotameter 3 LPM merupakan proses untuk menentukan kebenaran suatu alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan dengan besaran standar untuk mendapatkan hasil pengukuran yang presisi dan aktual. Kalibrasi dilakukan dengan cara pengaturan LPM dari yang terkecil hingga yang terbesar. Setelah itu, menghidupkan *stopwatch* dan air dialirkan ke dalam gelas 100 mL. Air yang mengalir ke dalam gelas diperhatikan setelah penuh maka *stopwatch* di *stop*. Catat waktu yang dibutuhkan untuk menghitung debit aktualnya.

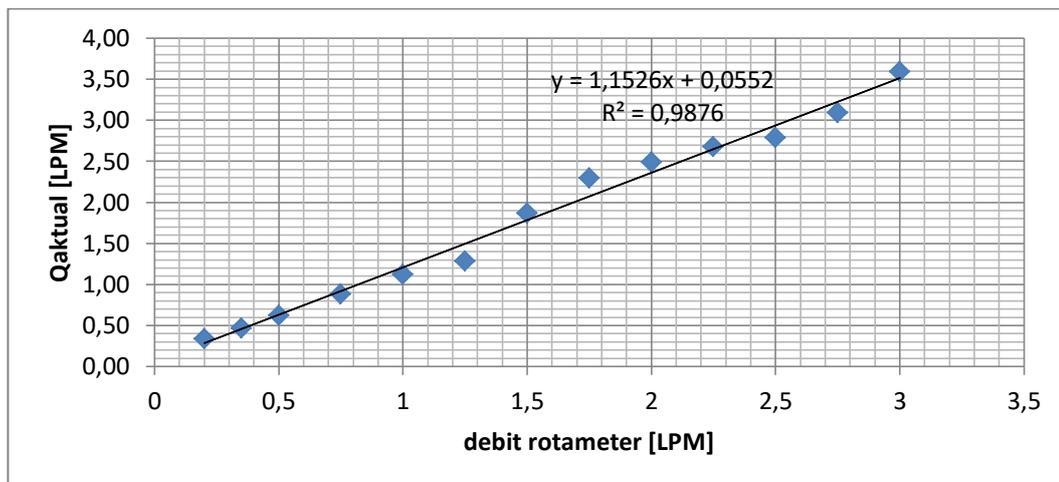
Kalibrasi dilakukan dari 0,2 LPM hingga 3 LPM. Setelah itu, mencari debit setelah itu mencari debit aktualnya dengan persamaan (3.1)

$$Q_{\text{aktual}} = 1.1526x \cdot Q_{\text{rotameter}} + 0.0552 \quad (3.1)$$

Dimana V merupakan volume tempat air yaitu 100 ml, s merupakan waktu dalam satuan detik dan diubah menjadi LPM dengan dikalikan 60 dan dibagi 1000. Setelah melakukan perhitungan maka keluar hasil dari Q aktual yang dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Kalibrasi Rotameter 3 LPM

Rotameter	DC Power Supply		Debit Aktual		Suhu Air		LPM
	Voltase	Arus	Volume	Waktu	Awal	Akhir	
[LPM]	[Volt]	[Ampere]	[mL]	[detik]	[°C]	[°C]	Q aktual
0.2	1.8	0.4	100	17.66	28	28	0.34
0.35	2.1	0.42	100	12.79	28	28	0.47
0.5	2.6	0.44	100	9.6	28	28	0.63
0.75	3.9	0.51	100	6.81	28	28	0.88
1	4.6	0.56	100	5.34	28	28	1.12
1.25	5.5	0.62	100	4.66	28	28	1.29
1.5	6.1	0.67	100	3.21	28	28	1.87
1.75	7	0.74	100	2.61	28	28	2.30
2	8	0.81	100	2.41	28	28	2.49
2.25	8.9	0.89	100	2.24	28	28	2.68
2.5	10.1	0.95	100	2.15	28	28	2.79
2.75	10.8	1	100	1.94	28	28	3.09
3	11.8	1.06	100	1.67	28	28	3.59



Gambar 3. 22 Grafik kalibrasi rotameter 3 LPM

#### b. Kalibrasi Termokopel

Kalibrasi termokopel merupakan kegiatan untuk menentukan kebenaran suatu alat ukur dengan cara membandingkan terhadap alat ukur standar. Dalam kalibrasi ini membandingkan standar menggunakan termometer sebagai acuan. Setelah melakukan kalibrasi, bisa diketahui seberapa jauh perbedaan antara termokopel *data logger* 32 chanel dengan termometer. Hasil dari kalibrasi termokopel dapat dilihat pada tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Kalibrasi Termokopel

Tst,1 = 1.0004 . T1 - 3.12	Tst,17 = 0.9687 . T17 - 1.5254
Tst,2 = 1.0013 . T2 - 2.9765	Tst,18 = 0.9765 . T18 - 1.9785
Tst,3 = 1.002 . T3 - 3.0004	Tst,19 = 0.9479 . T19 - 0.2245
Tst,4 = 0.979 . T4 - 1.401	Tst,20 = 0.9539 . T20 - 0.5547
Tst,5 = 0.9992 . T5 - 2.7203	Tst,21 = 0.9702 . T21 - 1.5299
Tst,6 = 0.9972 . T6 - 2.4968	Tst,22 = 0.9829 . T22 - 2.283
Tst,7 = 0.9946 . T7 - 2.2876	Tst,23 = 0.9394 T23 + 0.5556
Tst,8 = 0.9662 . T8 - 0.3918	Tst,24 = 0.9672 . T24 - 1.1536
Tst,9 = 0.9544 . T9 - 0.817	Tst,25 = 1.0016 . T25 - 1.6511
Tst,10 = 0.9847 . T10 - 2.625	Tst,26 = 0.9991 . T26 - 1.56
Tst,11 = 0.9822 . T11 - 2.4318	Tst,27 = 1.0027 . T27 - 1.9469
Tst,12 = 0.9841 . T12 - 2.513	Tst,28 = 0.9804 . T28 - 0.5561
Tst,13 = 0.9799 . T13 - 2.2114	Tst,29 = 1.0004 . T29 - 1.9302
Tst,14 = 0.9605 . T14 - 0.9199	Tst,30 = 0.9725 . T30 + 0.0986
Tst,15 = 0.9837 . T15 - 2.3527	Tst,31 = 1.0003 . T31 - 2.0741
Tst,16 = 0.9847 . T16 - 2.3997	Tst,32 = 0.9557 . T32 + 0.8542

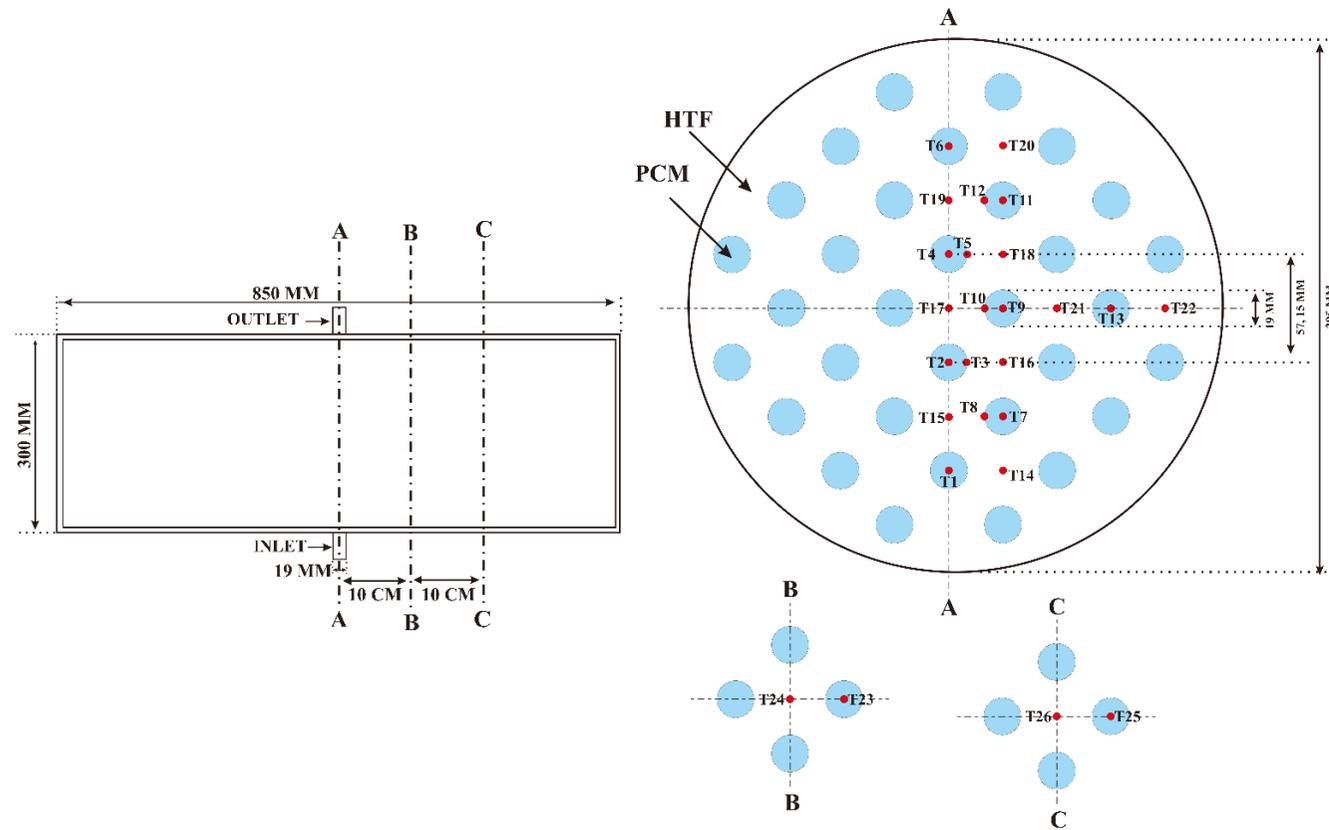
c. Pengisian *Paraffin* Cu 20%

Penelitian ini menggunakan PCM campuran paraffin dan serbuk tembaga 20% sebanyak 121 ml. Pengisian pada pipa tembaga diberi ruang 30% dari ruang total kapsul tembaga. Prosentase pengisian PCM 70% dikarenakan untuk menghindari tekanan yang berlebih ketika kapsul berisi PCM menerima kalor dari hasil proses *charging*. Hasil ini diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut :

- Panjang tabung - panjang baut (penutup kapsul) =  
= 70 cm – 2 cm = 68 cm
- Diameter luar kapsul = 19 mm
- Tebal kapsul = 0,51 mm x 2 (sisi) = 1,02 mm
- Diameter dalam kapsul = Diameter luar kapsul – tebal kapsul  
= 19 mm – 1.02 mm  
= 17,98 mm
- Jari – jari kapsul = 8,99 mm atau 9 mm
- Volume tabung jika full =  $\pi \times r^2 \times t$   
=  $\pi \times 9^2 \times 680$  mm  
= 173038,92 mm<sup>3</sup>  
= 173,03892 ml
- Prosentase pengisian 70 % = 173,03892 ml x 70%  
= 121,127244 ml

d. Pemasangan Termokopel

Pemasangan termokopel pada pipa tembaga dilakukan setelah pengisian *paraffin* Cu 20% selesai. Pemasangan dilakukan dengan cara mengebor pipa tembaga pada bagian yang sudah ditetapkan. Letak pemasangan termokopel mengikuti gambar desain penempatan termokopel yang ditunjukkan pada Gambar 3.23.



Gambar 3. 23 Desain Penempatan Termokopel

e. Pengecekan Kebocoran Tangki

Setelah pemasangan termokopel pada kapsul tembaga kemudian dimasukkan ke dalam tangki kemudian pengecekan kebocoran tangki. Pengecekan disini dilakukan dengan cara tangki diisi dengan air dari kran sampai udara didalam tangki tidak ada kemudian pompa dihidupkan. Pompa dihidupkan bertujuan untuk memberi tekanan air pada tangki kemudian mengecek instalasi selain tangki ada kebocoran atau tidak, setelah semua instalasi dipastikan tidak ada kebocoran maka dapat dilanjutkan dengan pengambilan data.

2. *Processing*

Tahap kedua yaitu *processing* yang dilakukan adalah pengambilan data yang dimulai setelah proses *charging* selesai atau sudah mencapai temperatur 70°C. Proses *discharging* dilakukan dari max 70°C-35°C dilihat pada T32 atau suhu air dalam bak penampungan.

3. *Post-Processing*

Setelah selesai melakukan pengambilan data tahap selanjutnya yaitu melihat data mentah dari *data logger* 32 chanel dalam bentuk excel. Excel dari data logger kemudian kita olah menjadi grafik selanjutnya grafik tersebut kemudian dianalisa guna mengetahui perbedaan hasil pengukuran laju pelepasan kalor secara kontinyu pada setiap variasi debit 1, 1,5, 2, 2,5 LPM.