

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian yang akan digunakan oleh peneliti adalah air.

*Properties* yang dimiliki air dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1 Properties Air (Cengel, 2003)

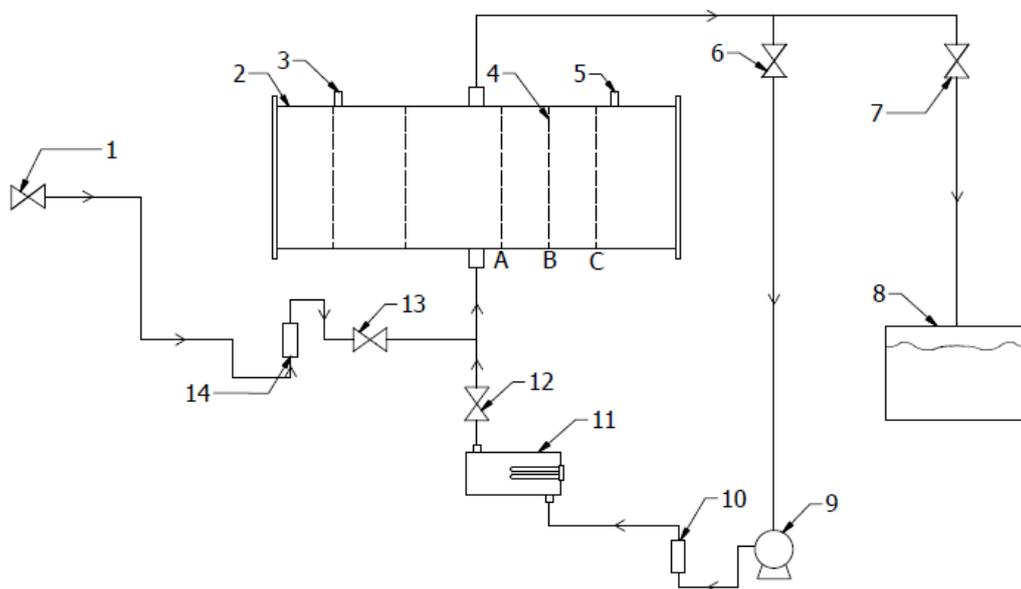
Air	
Boiling Point (°C)	100
Laten Heat of Vaporization (kJ/kg)	2257
Freezing Point (°C)	0
Laten Heat of Fusion (kJ/kg)	3333,7
Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	1000
Kalor Jenis Spesifik pada suhu 25°C (J.kg.K)	4180
Konduktivitas Termal pada suhu 25°C (W/m.K)	0,607

#### 3.2. Alat Penelitian

*Solar Water Heater* (SWH) sistem aktif yang memiliki kapasitas air mencapai 60 liter. SWH tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan skema proses discharging alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 *Solar Water Heater* Sistem Aktif



Gambar 3.2 Skema proses *charging & discharging Solar Water Heater*  
Keterangan nomor pada Gambar 3.2 :

- (1) Keran Air.
- (2) Tangki SWH.
- (3) Lubang Pipa Masuknya Termokopel A.
- (4) Posisi Strimin (A, B dan C).

- (5) Lubang Pipa Masuknya Termokopel B dan C.
- (6) Valve Keluarnya Air Dari Tangki ke Pompa Air
- (7) Valve Keluarnya Air Dari Tangki ke Bak Penampung Air
- (8) Bak Penampung Air
- (9) Pompa Air
- (10) Rotameter Air 1000 mLPM
- (11) *Heater*
- (12) Valve Keluarnya Air Dari *Heater*
- (13) Valve Masuknya Air ke Tangki
- (14) Rotameter Air 3 LPM

Pada Gambar 3.2 pada saat proses *charging* dimulai dari keran air dinyalakan kemudian air mengisi tangki sampai penuh. Kemudian air tersebut dipanaskan dengan *heater* sampai suhu mencapai 70°C. Air dalam tangki dan *heater* dipompa secara berputar dengan pompa air agar pemanasannya berlangsung secara merata. Setelah itu dilakukan proses *discharging* yang dimulai dari air dari keran dialirkan ke rotameter air dan diatur debitnya. Kemudian melewati *valve* dan masuk ke tangki SWH, setelah masuk lalu keluar melewati pipa di atas tangki dan kemudian melewati *valve* lalu berakhir di bak penampung air dan berhenti sampai suhu mencapai 35°C.

Adapun komponen-komponen yang terdapat pada SWH adalah sebagai berikut :

#### 1. Tangki *Solar Water Heater*

Tangki SWH adalah tempat untuk menyimpan air yang akan melalui proses *charging* dan *discharging* energi thermal. Tangki tersebut terbuat dari *stainless steel* diselimuti dengan aluminium foil dan *glass wool* yang bisa dilihat pada Gambar 3.3 dengan tujuan untuk mengurangi *heat loss* saat proses pengujian. Tangki air ini dapat menampung 60 liter air dan memiliki panjang 850 mm, diameter 300 mm.



Gambar 3.3 Tangki *Solar Water Heater*

## 2. *Applent Temperature Data Logger*

*Applent Temperature Data logger* adalah alat yang berfungsi untuk membaca output suhu yang terbaca oleh termokopel yang sudah dipasang pada posisi tertentu seperti pada Gambar 3.4 dan Adapun spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.2. Alat ini mampu membaca suhu sampai 32 *channel*.

Tabel 3.2 Spesifikasi *Data Logger*

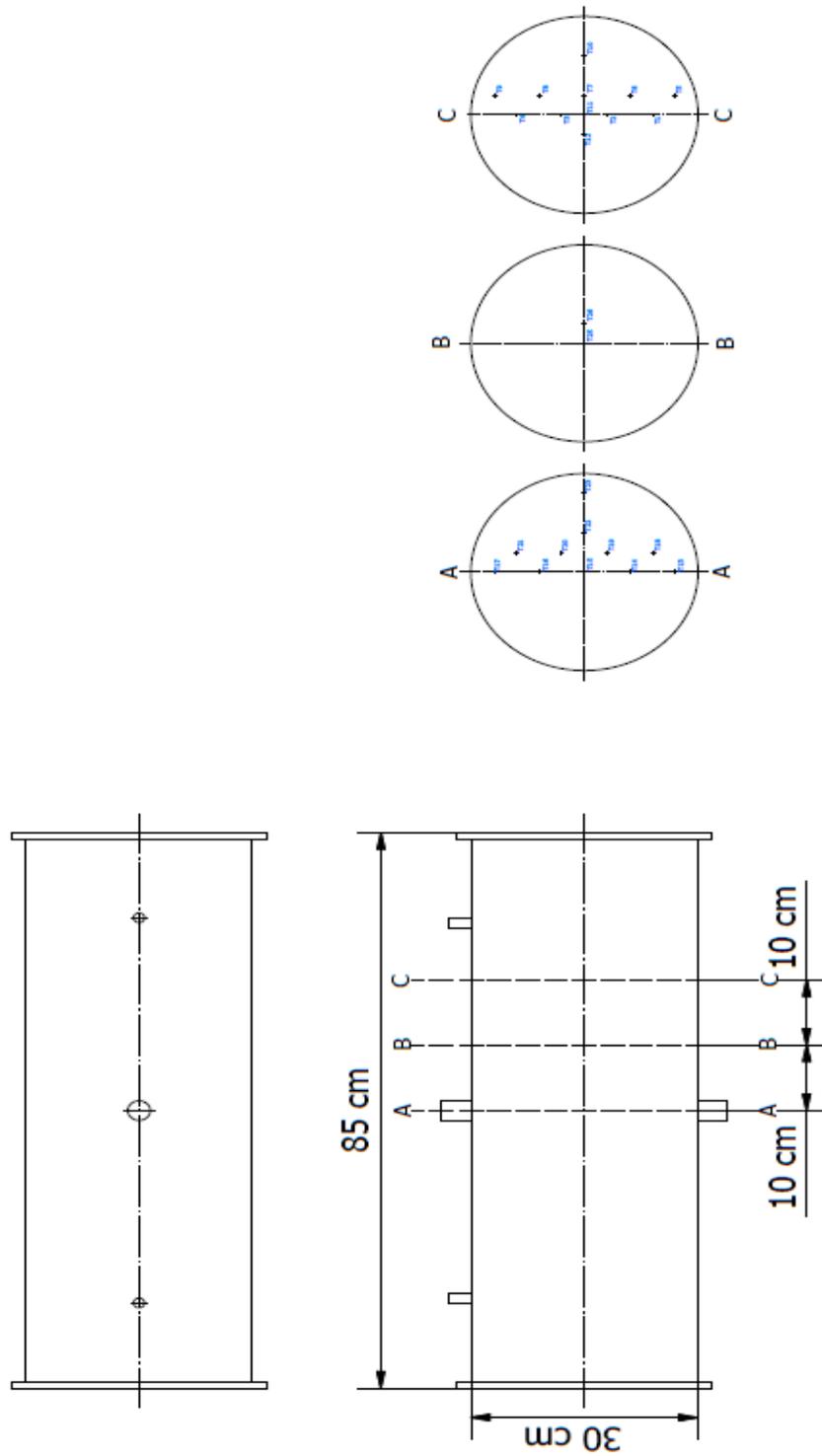
No.	Aspek	Keterangan
1	Merek	Applent AT4532
2	Jumlah chanel	32 chanel
No.	Aspek	Keterangan
3	Dimensi	216mm (L) x88mm (T) x300mm (P)
4	Berat	3 Kg
5	Akurasi	0.2% + 1 °C
6	Rentang Suhu	-200 ° C ~ 1300 ° C



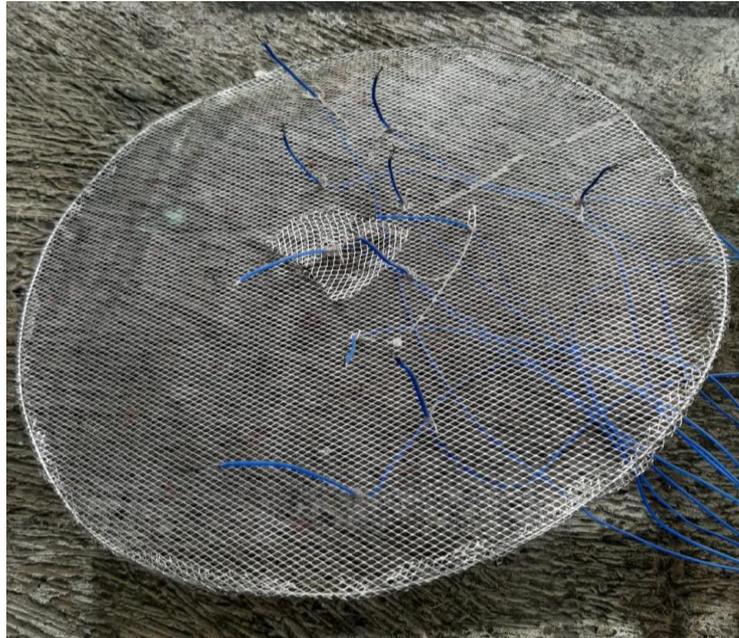
Gambar 3.4 *Applent Temperature Data Logger*

### 3. Termokopel

Termokopel berfungsi untuk mengukur suhu air yang pada tangki SWH. Peletakan termokopel berada di strimin, permukaan pipa, sisi tangka dan bak penampung air yang berjumlah 31 buah seperti pada Gambar 3.5. Sebelum digunakan, termokopel dikalibrasi terlebih dahulu untuk mengetahui suhu sebenarnya. Adapun cara pemasangan termokopel pada strimin seperti pada Gambar 3.6 dimana panjang termokopel pada strimin sebesar 5 cm.



Gambar 3.5 Penempatan Termokopel Pada Strimin



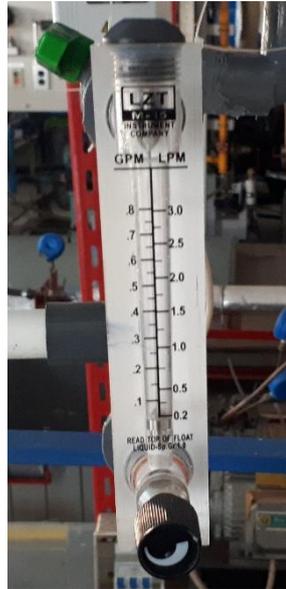
Gambar 3.6 Pemasangan Termokopel Pada Strimin

#### 4. Rotameter Air

Rotameter air yang bisa dilihat pada Gambar 3.7 digunakan untuk mengatur variasi debit air yang masuk ke tangki SWH. Debit maksimal yang dapat diukur oleh rotameter air ini adalah 3 LPM atau 0,8 GPM dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 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

#### 5. Bak Penampung Air

Bak penampung air yang bisa dilihat pada Gambar 3.8 digunakan untuk menampung air pada saat proses *discharging* agar suhu air yang keluar dari tangki dapat terbaca dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Spesifikasi Bak Penampungan Air

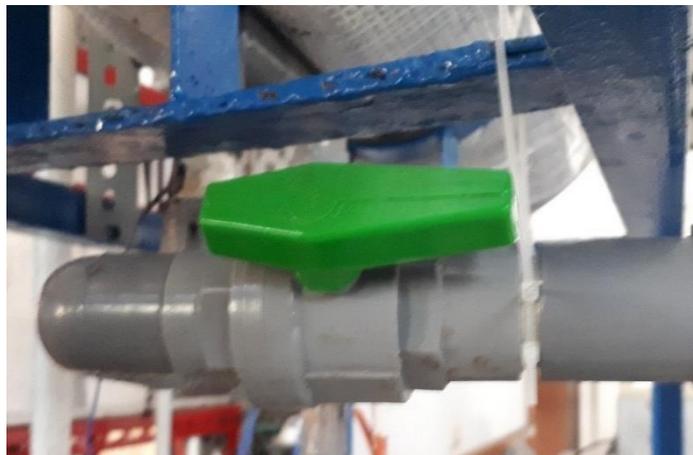
No.	Aspek	Keterangan
1	Dimensi	530mm (L) x450mm (T) x760mm (P)
2	Volume	181 Liter



Gambar 3.8 Bak Penampung Air

#### 6. Valve

Valve yang dapat dilihat pada Gambar 3.9 digunakan untuk membuka dan menutup aliran air yang berasal dari keran pada saat *discharging*.



Gambar 3.9 Valve

#### 7. Selang Air

Selang Air seperti pada Gambar 3.10 digunakan untuk mengalirkan air dari keran ke tangki SWH pada saat proses *discharging* dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Spesifikasi Selang

No.	Aspek	Keterangan
1	Panjang	12 meter
2	Ukuran	3/4"



Gambar 3.10 Selang Air

## 8. Laptop

Laptop seperti pada Gambar 3.11 digunakan untuk mencatat pembacaan dari *data logger* yang sudah dipasang termokopel dari tangki SWH dan memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.6 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 3.11 Laptop

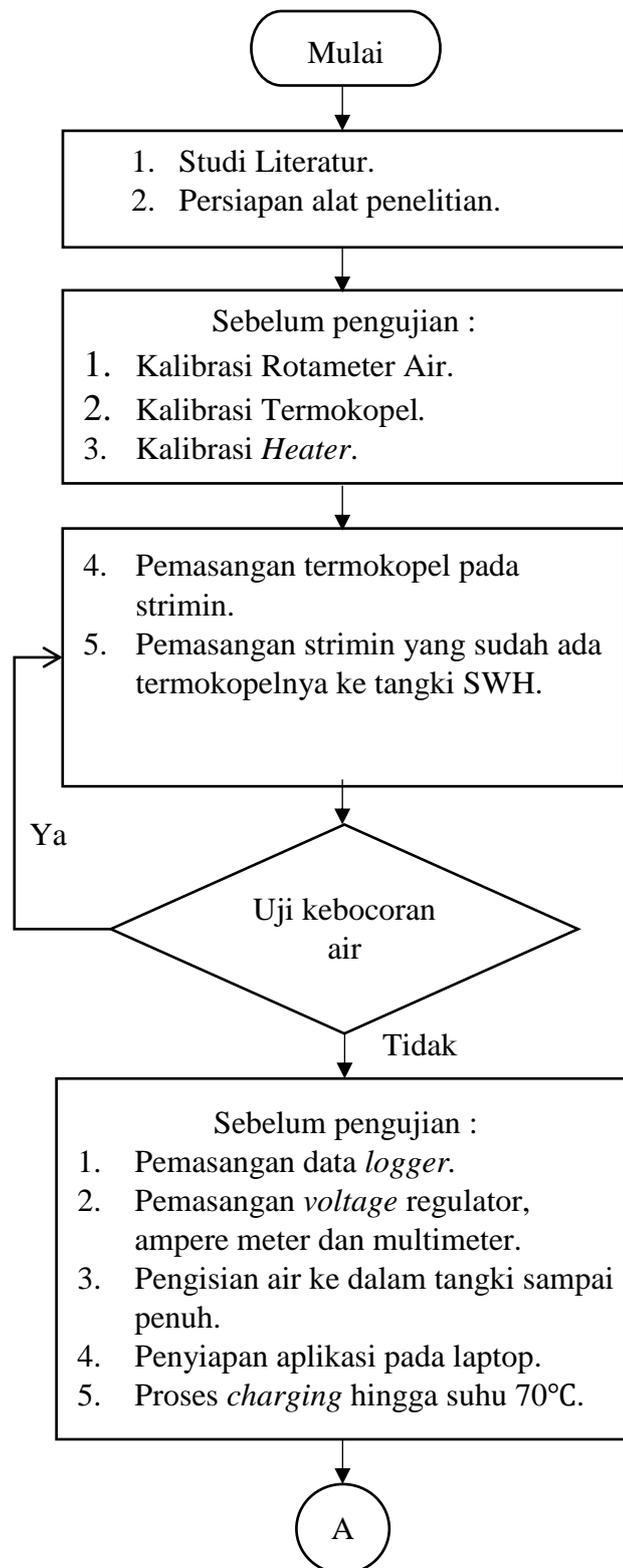
### **3.3. Prosedur Penelitian**

#### **3.3.1. Variasi Penelitian**

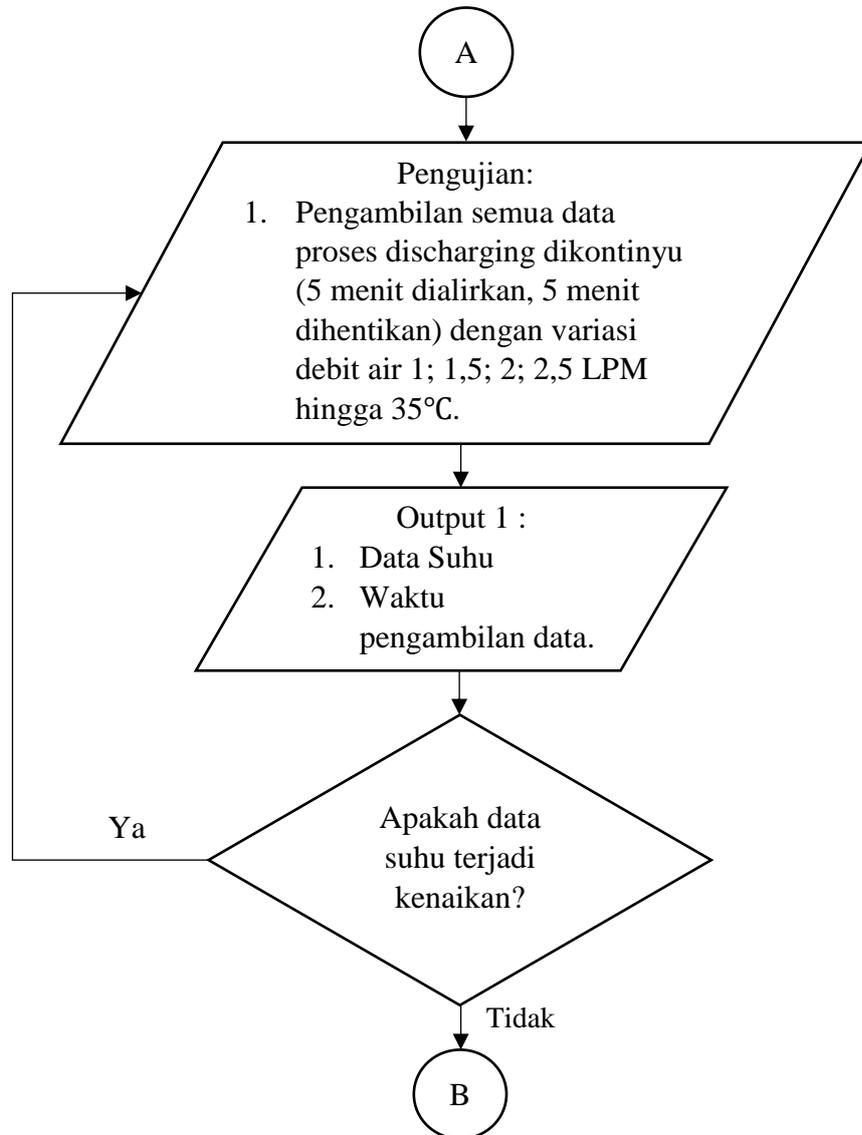
Adapun variasi dari penelitian ini menggunakan variasi debit air. Ada empat variasi debit air yang digunakan yaitu 1; 1,5; 2; 2,5 LPM.

#### **3.3.2. Diagram Alir Penelitian**

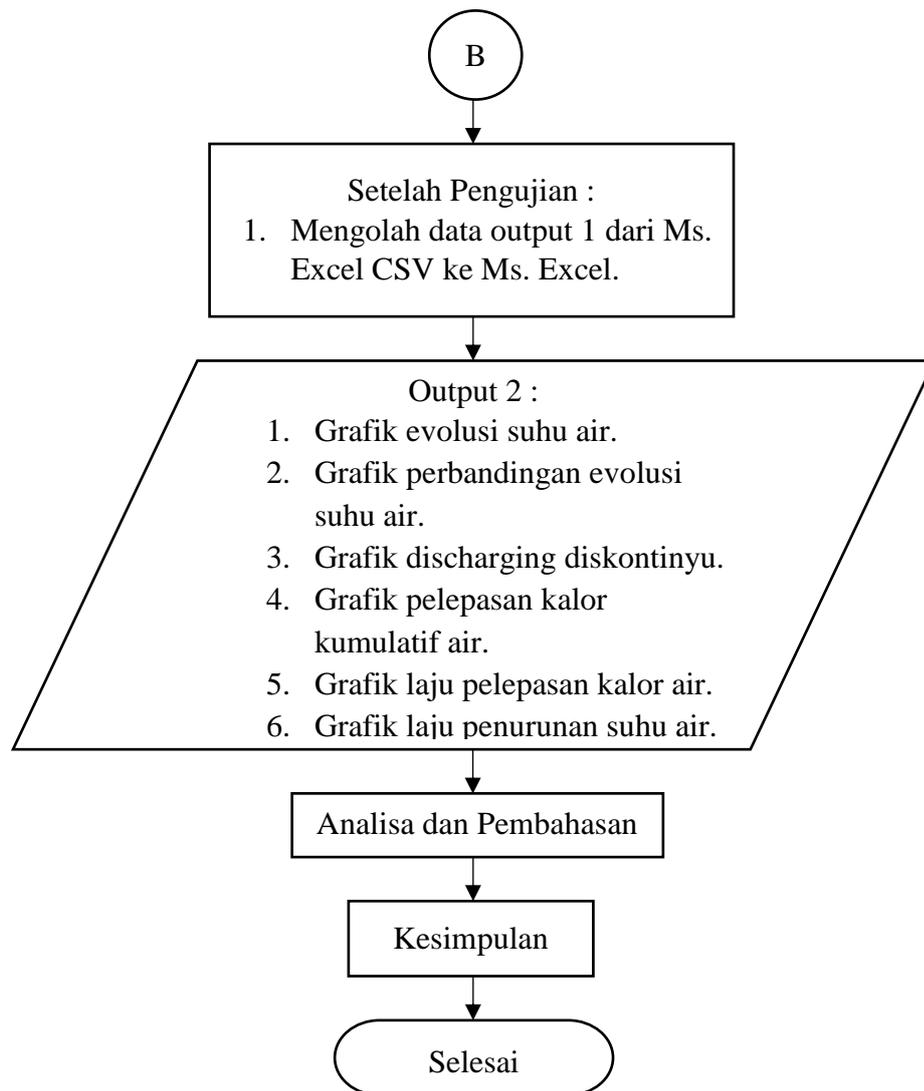
Jalannya proses penelitian ini dapat dilihat dengan diagram alir yang terdapat pada Gambar 3.12 berikut ini :



Gambar 3.12 Diagram Alir Proses *Discharging* Diskontinyu



Gambar 3.12 Diagram Alir Proses *Discharging* Diskontinyu (Lanjutan)



Gambar 3.12 Diagram Alir Proses *Discharging* Diskontinyu (Lanjutan)

### 3.3.3. Langkah Penelitian

Langkah pertama yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah dengan studi literatur, dilakukan dengan cara mencari referensi jurnal yang terkait dan berdiskusi dengan dosen pembimbing. Setelah itu, persiapan alat-alat penelitian antara lain membuat komponen-komponen utama yang penting seperti tangki SWH dan kerangka tempat SWH, serta menyiapkan komponen-komponen lainnya yang akan digunakan. Setelah persiapan alat penelitian, selanjutnya ada 3 tahap inti dari penelitian ini yaitu sebelum pengujian, pengujian dan olah data.

### 1. Sebelum Pengujian

Pada tahap ini hal yang pertama dilakukan adalah kalibrasi alat seperti rotameter air, *heater* dan termokopel. Setelah melakukan kalibrasi, tahap selanjutnya adalah pemasangan termokopel pada strimin yang sudah ditentukan penempatannya dengan cara dijahit antara termokopel dengan strimin, lalu termokopel dan strimin yang sudah siap dipasang ke tangki SWH sesuai penempatannya. Setelah itu, lakukan uji kebocoran pada setiap komponen yang dialiri air. Jika ada kebocoran maka ditambah dengan lem atau dikencangkan lagi komponen tersebut. Setelah melakukan uji kebocoran, pemasangan termokopel ke data *logger*, kemudian pemasangan *voltage* regulator, ampere meter dan multimeter. Kemudian masukkan air kedalam tangki sampai penuh dan siapkan aplikasi yang digunakan untuk pengujian. Selanjutnya lakukan proses *charging* sampai suhu mencapai 70°C.

### 2. Pengujian

Pada tahap pengujian dilakukan setelah suhu mencapai 70°C. Tahap ini melakukan proses *discharging* diskontinyu setiap 5 menit dialiri dan tidak dialiri air dengan variasi debit air 1; 1,5; 2; 2,5 LPM hingga mencapai suhu 35°C dan mendapatkan *output* suhu semua data dan waktu yang dibutuhkan.

### 3. Setelah Pengujian

Setelah pengujian dilakukan, tahap selanjutnya adalah olah data yang sudah didapatkan dari data *logger* yang tersimpan dalam file ms. excel CSV diubah ke ms. Excel. Setelah itu pembuatan grafik evolusi suhu air, grafik perbandingan evolusi suhu air, grafik *discharging* diskontinyu, grafik pelepasan kalor kumulatif air, grafik laju pelepasan kalor air dan grafik laju penurunan suhu air.

Setelah 3 tahap tersebut dilewati, dilakukan analisa dan pembahasan dari hasil olah data yang sudah didapat serta membuat kesimpulan dari hasil tersebut dan penelitian yang dilakukan.

### **3.4. Kesulitan Penelitian**

Adapun kendala-kendala yang dihadapi pada saat penelitian berlangsung yaitu :

1. Kebocoran yang tidak terduga pada komponen tertentu yang terjadi pada saat pengujian.
2. Pembacaan data yang error pada titik termokopel tertentu sehingga data yang didapat tidak maksimal.
3. *Heat loss* yang terjadi sehingga data yang didapat kurang maksimal.