

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Bahan Penelitian

Penelitian ini mengkombinasikan dua macam jenis penyimpanan panas pada PATS-PCM sistem aktif metode *indoor*. *Paraffin wax* sebagai *Laten Heat Storage* (LHS) dengan air *Sensibel Heat Storage* (SHS) yang memiliki peran sebagai HTF. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Air. Air yang digunakan berasal dari sumur
2. *Paraffin wax*

Jenis *paraffin wax* yang dipakai adalah RT52 yang memiliki *properties* seperti Tabel 3.1, dan ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi dari *paraffin wax* RT52 (Anonim, 2013)

<i>Propertis</i>	Nilai
<i>Range</i> temperatur leleh (°C)	49-53
Massa jenis (cair) (kg/lt)	0,76
Massa jenis (padat) (kg/lt)	0,88
Konduktifitas termal (W/m.K)	0,2
Kalor laten (kJ/kg)	173
Kalor jenis spesifik (kJ/kg.K)	2



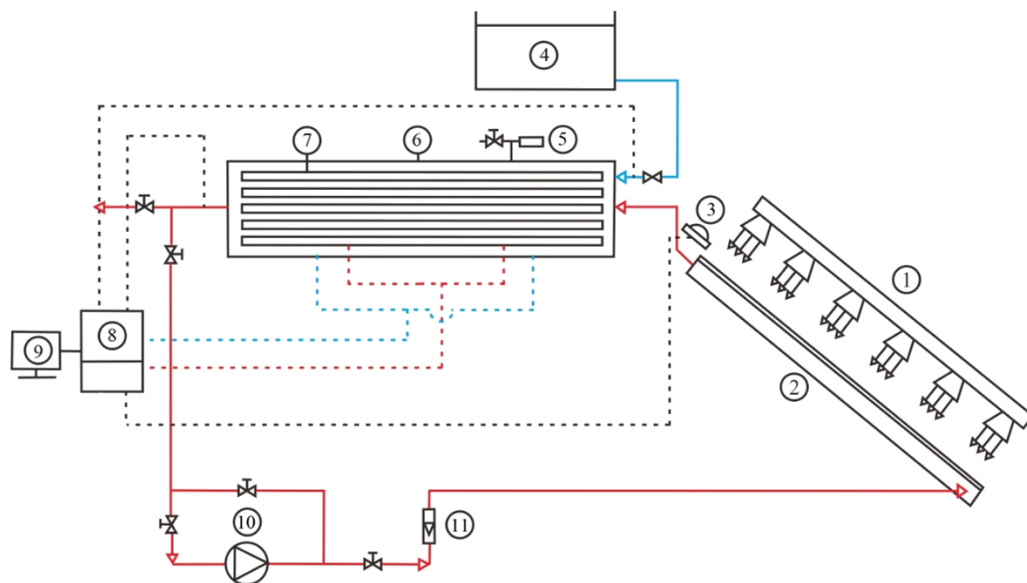
Gambar 3.1. *Paraffin wax* RT52

### 3.2. Alat Penelitian

PATS sistem aktif yang digunakan memiliki kapasitas air 60 liter. Adapun dan instalasi PATS seperti pada Gambar 3.2 dan skema alat ditunjukkan oleh Gambar 3.3.



Gambar 3.2. Instalasi PATS



Gambar 3.3. Skema PATS: (1) *solar simulator*, (2) kolektor surya, (3) *pyranometer*, (4) sumber air, (5) katup air, (6) tangki PATS, (7) kapsul PCM, (8) akusisi data, (9) PC, (10) pompa (11) rotameter air.

Adapun komponen-komponen PATS yang digunakan, ialah:

#### 1. *Solar Simulator*

Penggunaan *solar simulator* merupakan metode komparatif yang terbaik di mana radiasi dapat diatur dan tetap konstan. Penelitian ini menggunakan 24 lampu

*hologen* dengan dimensi utama *solar simulator*, panjang 2,27 m, lebar 1,73 m, dan tinggi 3 m. Daya yang dimiliki setiap lampunya 300W dan 230V, maka total daya lampunya adalah 7200W. Gambar 3.4 menunjukkan gambar *solar simulator*.



Gambar 3.4. *Solar Simulator*

## 2. Kolektor Surya

Kolektor surya merupakan salah satu penyerap panas matahari yang memiliki fungsi untuk mengubah energi panas menjadi energi listrik. Dalam penelitian ini, kolektor surya yang digunakan memiliki ukuran 1m x 1,9m dan dipasang dengan kemiringan 20°. Tiap-tiap dari material absorber dan pipa absorber menggunakan alumunium dan pipa tembaga. Cover menggunakan kaca es yang memiliki tebal 5mm dan menggunakan insulasi berupa polyurethane-alumunium foil. Adapapun kolektor surya yang digunakan seperti Gambar 3.5 berikut.



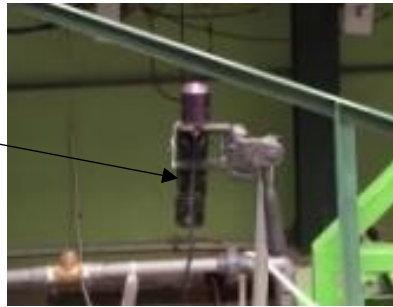
Gambar 3.5. Kolektor Surya

## 3. *Pyranometer*

*Pyranometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur radiasi matahari dan sensor yang sudah dirancang untuk mengukur ketetapan fluks radiasi matahari. Akurasi dan resolusi pada *pyranometer* masing-masing adalah  $\pm 10 \text{ W/m}^2$  dan 1,25

W/m<sup>2</sup>. Pengukuran dapat dilakukan hingga intensitas 1200 W/m<sup>2</sup>. Alat ini masih dapat bekerja dengan baik apabila masih dalam jarak temperatur pengoperasian, dari -40 °C sampai 75°C. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *pyranometer* Hobo Weather Station seperti pada Gambar 3.6.

*Pyranometer*



Gambar 3.6. *Pyranometer*

#### 4. Kapsul PCM

Kapsul PCM adalah tempat dari *paraffin wax* yang berfungsi sebagai penyimpanan energi termal. Kapsul diletakkan di dalam tangki PATS dengan jumlah 13 buah. Panjang tiap kapsul PCM adalah 1 m dan memiliki diameter luar 1 inch. Bahan kapsul menggunakan material tembaga, seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Kapsul PCM

#### 5. Tangki PATS

Tangki PATS ini merupakan tempat penyimpanan energi termal yang di dalamnya terdapat air (*sensible*) dan PCM (*laten*). Tangki PATS ditutup menggunakan aluminium foil dan *glass wool* guna mengurangi *heat loss*. Tangki

memiliki panjang 122 cm, diameter luar 25 cm, dan kapasitas 60 liter sebagaimana terlihat pada Gambar 3.8. Material yang digunakan untuk tangki adalah plat baja karbon dengan tebal 3 mm.



Gambar 3.8. Tangki PATS

#### 6. Akuisisi Data

Alat ini digunakan untuk merekam data temperatur melalui kawat termokopel yang sudah terpasang di PATS. Akuisisi data ini memiliki kapasitas temperatur  $-20 \sim 70$  °C. Tiap akuisisi data dapat dipasang 10 dan 20 termokopel, sehingga total termokopel yang dapat dipasang adalah 30 buah. Graphtec midi LOGGER GL220 dan GL820 yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Akuisisi Data

#### 7. Rotameter Air

Fungsi rotameter adalah untuk mengatur debit air yang masuk ke PATS. Rotameter yang digunakan dapat mengukur debit hingga 7,5 LPM. Batas

temperatur, batas tekanan, dan penurunan tekanan maksimum pada rotameter yang digunakan berturut-turut yaitu 65 °C pada 0 psig, 150 psig pada 21 °C, dan 2 psi. Rotameter yang digunakan merupakan pabrikan dari Omega sebagaimana terlihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Rotameter air

#### 8. *Voltage Regulator*

*Voltage regulator* adalah alat yang memiliki fungsi untuk mengatur tegangan listrik sebelum masuk ke lampu. Tegangan yang dimiliki *voltage regulator* dapat disalurkan sebesar 250 V dengan arus maksimum 20 A. Dalam menguji *solar simulator* dibutuhkan dua buah *voltage regulator* karena daya yang dihasilkan oleh semua lampu dapat memungkinkan hal tersebut. Spesifikasi *voltage regulator* yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.11 dan Tabel 3.3.



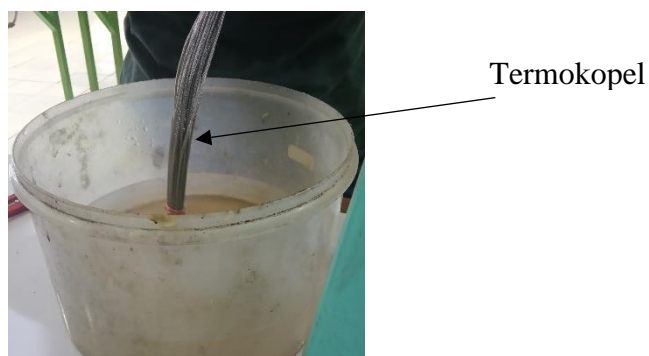
Gambar 3.11. *Voltage Regulator*

Tabel 3.2. Spesifikasi *Voltage Regulator*

Merk	Krisbow KW20-1222
Arus	Maksimal 20 A
Tegangan	250 V
Dimensi	24 cm (L) x 31 cm (T) x 24 cm (P)
Berat	16 kg

### 9. Termokopel

Termokopel tipe K ini berfungsi untuk mengukur temperatur. Termokopel dipasang di HTF, PCM, dan saluran HTF pada sistem PATS yang jumlahnya 25 buah. Untuk mendapatkan temperatur yang sebenarnya, termokopel dikalibrasi terlebih dahulu seperti Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Kalibrasi termokopel

### 10. PC dan Laptop

PC dan laptop berfungsi untuk membaca data temperatur yang disimpan oleh akuisis data. Adapun spesifikasi PC yang digunakan seperti pada Gambar 3.13 dan Tabel 3.3, sedangkan Gambar 3.14 dan Tabel 3.4 adalah spesifikasi dari laptop yang digunakan.



Gambar 3.13. PC

Tabel 3.3. Spesifikasi PC

Merk	ASUS SIMCOOL
Tipe Grafis	Genuine Intel®
<i>Processor</i>	Intel UHD 2140 @ 1.6Hz
Memori/RAM	1 GB
Harddisk	4 GB



Gambar 3.14. Laptop

Tabel 3.4. Spesifikasi Laptop

Computer Name	DESKTOP-9T2RB08
Operating System	Windows 10 Pro 64-bit (10.0, Build 17134)
System Manufacturer	LENOVO
Processor	Intel®Core™I3-6006U
Memory	4096 MB RAM
Page File	3977 MB used, 3576 available



## 11. Pompa

Pada penelitian PATS sistem aktif ini pompa berfungsi untuk mensirkulasikan air dari tangki menuju kolektor sebagaimana terlihat pada Gambar 3.15 dan Tabel 3.5 adalah spesifikasi pompa.



Gambar 3.15 Pompa

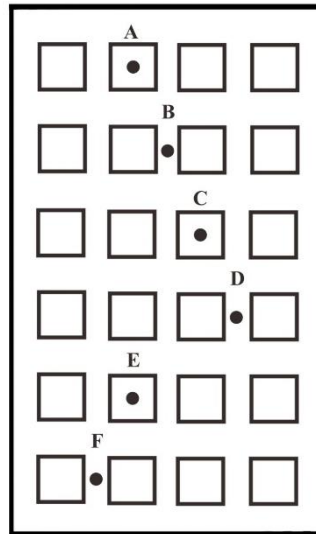
Tabel 3.5. Spesifikasi pompa

Merk	GRUNDFOS – HOME BOOSTER
Tipe	Type UPA 15-90.160 P/N : 59539519 . PC : 0908
Tegangan	220 V
Frekuensi	50 Hz
Kapasitor	3 $\mu F$
Arus I/1	0.48 W
P1 / P2	120 W / 40 W
Tekanan	Max. 0.6 MPa.
CE	IP 42 . TF 95. Class H.
Head	9 m
Qmax	30 lt/min

### 3.3. Prosedur Penelitian

#### 3.3.1. Uji *Solar simulator*

Pengukuran untuk mendapatkan variasi pada *solar simulator* dengan menempatkan *pyranometer* dititik yang telah ditentukan, titik tersebut sudah dianggap mewakili tiap baris lampu seperti Gambar 3.16.



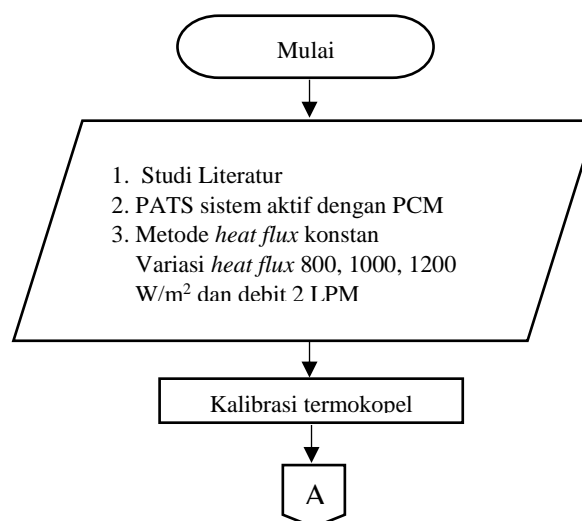
Gambar 3.16. Titik Penempatan *Pyranometer*

### 3.3.2. Variasi Penelitian

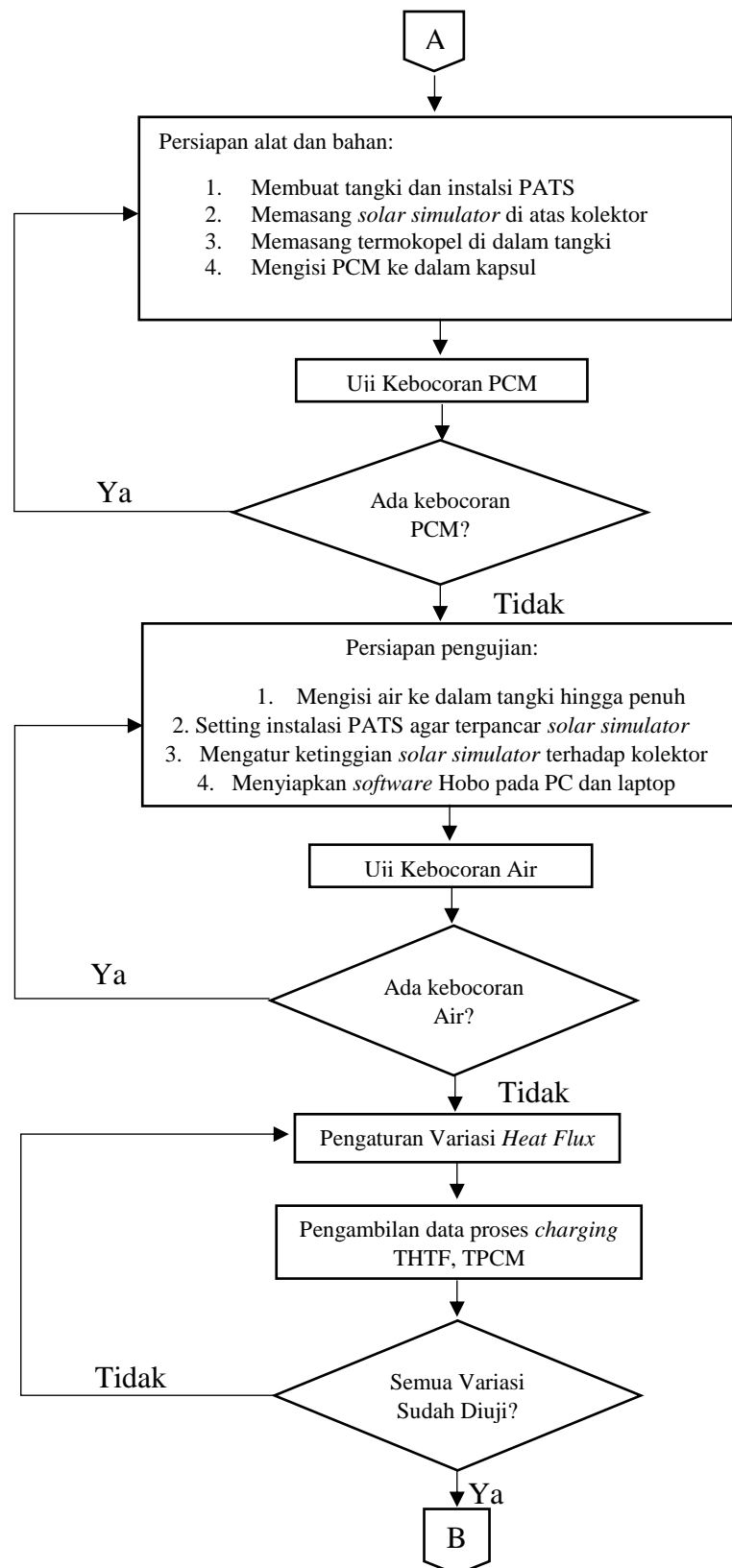
Penelitian ini menggunakan tiga variasi *heat flux* yaitu  $800 \text{ W/m}^2$ ,  $1000 \text{ W/m}^2$  dan  $1200 \text{ W/m}^2$  dengan menggunakan debit 2 LPM. Variasi *heat flux* ini digunakan karena radiasi matahari mendekati  $1000 \text{ W/m}^2$ , selain itu debit air pada kebutuhan skala rumah tangga untuk mandi umumnya adalah 2 LPM.

### 3.3.3 Diagram Penelitian

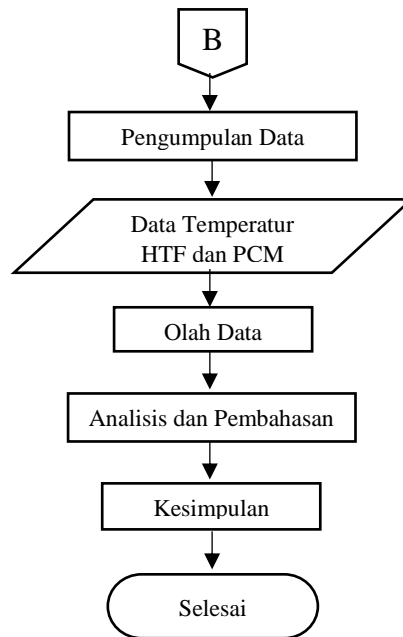
Proses jalannya penelitian dari awal sampai akhir ditunjukkan oleh diagram alir seperti pada Gambar 3.16.



Gambar 3.17. Diagram alir penelitian



Gambar 3.18. Diagram alir penelitian (lanjutan)



Gambar 3.19. Diagram alir penelitian (lanjutan)

#### 3.3.4. Langkah Pelaksanaan

Sebelum melakukan pengujian, hal yang harus dilakukan adalah dengan mempersiapkan alat dan bahan pengujian. Persiapan dilakukan dengan membuat tangki dan seperangkat unit instalasi PATS, kalibrasi termokopel, dan memasang termokopel ke dalam tangki PATS. Setelah alat siap, selanjutnya dilakukan pengecekan alat terhadap kebocoran air pada tangki. Apabila terdapat kebocoran, maka dilakukan perbaikan untuk mengatasi kebocoran air pada tangki. Kemudian jika kebocoran sudah dapat diatasi, maka dilanjutkan dengan melapisi *glasswool* pada permukaan tangki. Selanjutnya memposisikan PATS agar terkena radiasi *solar simulator* dengan cara mengatur ketinggian jarak antara kolektor dengan *solar simulator* untuk mengetahui besarnya variasi *heat flux* yang dipancarkan dari *solar simulator*. Langkah berikutnya adalah mengisi tangki PATS dengan air hingga penuh, menyiapkan *HOBO software* pada PC dan laptop kemudian mengaktifkannya. Setelah pompa dinyalakan, selanjutnya dimulai proses *charging* dengan menyalakan *solar simulator*. Komputer dinyalakan terlebih dahulu sebelum *solar simulator* diaktifkan.

### 3.3.5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan selama proses *charging* untuk mendapatkan temperatur HTF dan PCM selama proses *charging*.

### 3.3.6 Olah Data dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai temperatur rata-rata HTF dan PCM, pengumpulan energi termal akumulatif dan kontribusi material penyimpan kalor pada pengumpulan energi termal. Selanjutnya memplot grafik temperatur rata-rata HTF dan PCM, pengumpulan energi termal akumulatif dan kontribusi material penyimpan kalor pada pengumpulan energi termal terhadap waktu selama proses *charging*. Hasil olah data ditampilkan dalam grafik kemudian dilakukan analisis grafik.

## 3.4. Kesulitan Penelitian

Kesulitan yang dihadapi selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut:

1. Pembacaan akuisisi data yang error terkadang mengganggu jalannya penelitian.
2. Penanganan kebocoran air di termokopel membutuhkan waktu yang lama.