

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1. Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan air sebagai HTF dan *paraffin wax* sebagai PCM. Sifat fisik *paraffin wax RT52* disajikan pada tabel 3.1.

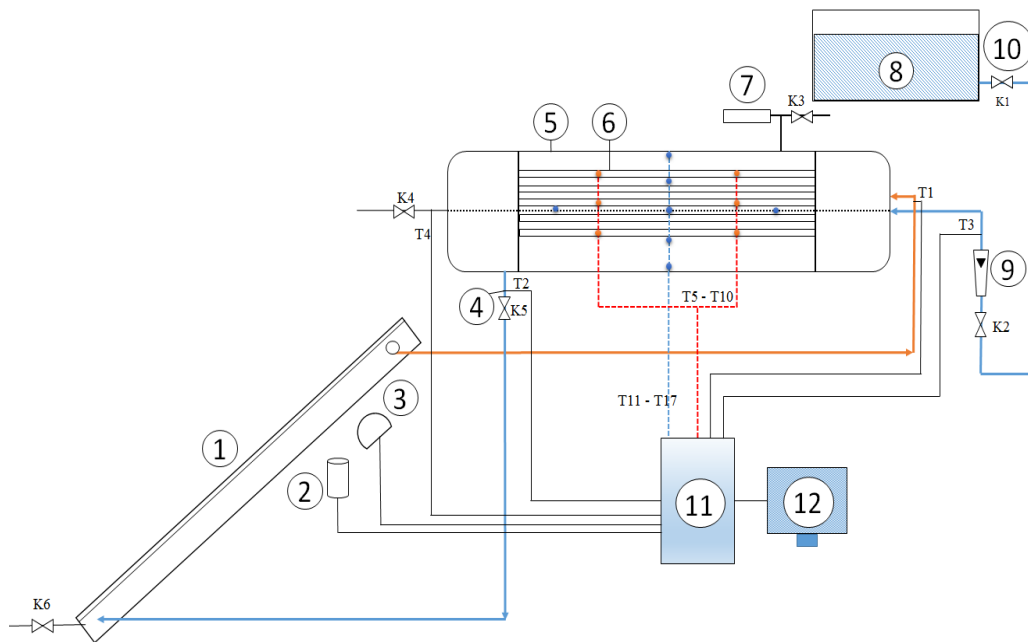
Tabel 3.1 Sifat fisik *paraffin wax RT52* (Nadjib, 2013).

Sifat fisik	Satuan	Nilai		
		Minimum	Nominal	Maksimum
Pelelehan	°C	49	52	53
Pembekuan	°C	48	52	52
Kalor laten peleburan	kJ/kg		143	
Kalor jenis spesifik	kJ/kg.K		2	
Densitas				
1. Cair	kg/liter		0,88	
2. Padat	kg/liter		0,76	
Konduktivitas termal (padat dan cair)	W/m.K		0,2	

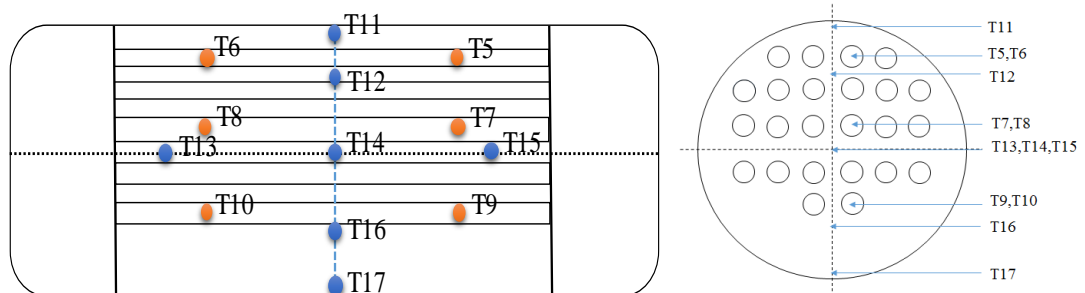
#### 3.2. Alat Penelitian

##### 3.2.1. Skema Alat

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah menggunakan sistem PATS aliran *thermosyphon* dengan mengintegrasikan air dan *paraffin wax* sebagai PCM dengan skema seperti Gambar 3.1. Posisi termokopel di dalam tangki diberikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1. Skema PATS (1) Kolektor, (2) Sensor udara, (3) *Pyranometer*, (4) Termokopel pada tiap saluran (T1-T4), (5) Tangki PATS, (6) Kapsul PCM, (7) Katup pengaman, (8) Tangki air dingin, (9) Rotarimeter air dingin, (10) katup air (K1-K6), (11) *data logger*, (12) PC.



Gambar 3.2. Letak termokopel HTF dan PCM dalam tangki TES

### 3.2.2. Alat Utama

#### 1. Kolektor plat datar

Kolektor berfungsi untuk memanaskan air. Tipe kolektor yang digunakan pelat datar model B pabrikan dari wika.



Gambar 3.3. kolektor surya

Tabel. 3.2. Spesifikasi kolektor surya

Pabrikasi	Wika
Luas permukaan	1,9 m <sup>2</sup>
Material absorber	Alumunium
Pipa absorber	Pipa tembaga
Kotak kolektor	Zincalume
Kover atas	Kaca Mislite 5 mm
Insulasi	Polyurethane – Alumunium foil
Tekanan maksimum	4 Bar
Berat kosong	46 Kg
Berat keseluruhan	48,5 Kg

#### 2. Tangki penyimpanan air panas

Tangki berfungsi sebagai penyimpan air panas



Gambar 3.4. Tangki penyimpanan air panas

Tabel. 3.3. Spesifikasi tangki penyimpanan air panas

Volume tangki	60 liter
Material tangki	Baja karbon
Panjang tangki	122 cm
Diameter luar	25 cm
Diameter dalam	24,5 cm
Tebal	3 mm

### 3. Komputer

Komputer digunakan untuk membantu merekam data selama pengujian berlangsung.



Gambar 3.5. komputer

Tabel. 3.4. Spesifikasi komputer

Tipe grafis	Intel HD Graphics 3300 780MB
Ukuran Layar	14 inch 32-Bit
Resolusi Layar	1260 x 768
CPU	Intel Atom CPU N280 (up to 1.66 GHz)
Memori/RAM	1GB DDR3
Drive Optik	DVD±RW
Harddisk	320GB

### 4. Data logger

*Data logger HOBO micro station* digunakan sebagai penginput data dari *anemometer* dan *pyranometer* untuk dibaca komputer melalui sebuah *software* yang terintegrasi dengan *data logger*.

Gambar 3.6. *Data logger*Tabel. 3.5. Spesifikasi *data logger*

Pabrikasi	Onset
Koneksi	3,5 mm serial port
Dimensi	8,9 cm H x 11,4 cm D x 5,4 cm W (3,5 x 4,5 x 2,125 inches)
Massa	0,36 kg (0,8 lb)
Memori	512K nonvolatile flash data storage
Logging interval	1 detik sampai 18 jam, interval dapat diatur
Daya baterai	4 baterai standard AA alkaline/ AA lithium
Akurasi waktu	0 sampai 2 detik
Jarak sensor	100 m (328 ft) maximum
Mode start logger	Menggunakan tombol atau pengaturan waktu

##### 5. *Pyranometer*

*Pyranometer* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur intensitas radiasi yang terjadi. Pemasangan *pyranometer* pada PATS yang diuji berada di samping kolektor untuk memudahkan pengambilan data.

Gambar 3.7. *Pyranometer*

Tabel. 3.6. Spesifikasi *pyranometer*

Pabrikasi	Onset
Dimensi	4,1 cm high x 3,2 cm diameter (1 5/8 in. x 1 1/4 in.)
Berat alat	120 g (4 oz)
Panjang kabel	3 m (9,8 ft)
Pembuatan	Anodized aluminum housing with acrylic diffuser and o-ring seal
Jarak pengukuran	0 to 1280 W/m <sup>2</sup>
Jarak temperatur selama pengoperasian	-40° to 75°C (-40° to 167°F)
Akurasi	±10 W/m <sup>2</sup> or ±5%
Resolusi	1,25 W/m <sup>2</sup>

## 6. Data akuisisi

Data akuisisi berfungsi sebagai alat penyimpan data dari termokopel



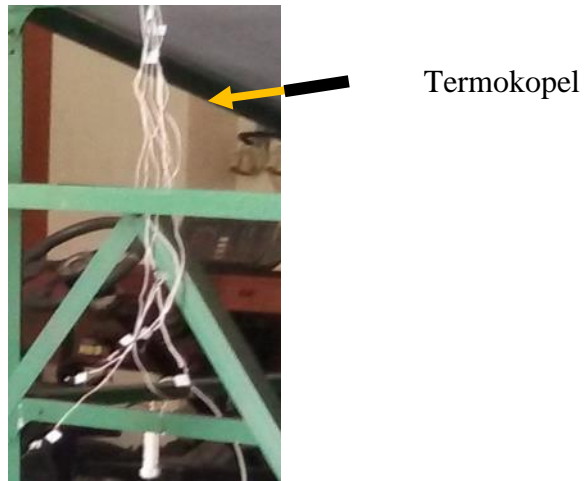
Gambar 3.8. Data akuisisi

Tabel. 3.7. Spesifikasi data akuisisi

Tipe sambungan	USB 2.0
Channels	8
Konektor I/O	Onboard screw terminal
Dimensi	132 x 80 x 32 mm (5.2" x 3.15" x 1.26")
Konsumsi daya	100 mA @ 5 V
Timer pengawas	1,6 sec. (sistem)
Temperatur operasi	0 ~ 60°C (32 ~ 140°F)
Kapasitas temperatur	-20 ~ 70°C (-4 ~ 158°F)

## 7. Termokopel

Termokopel berfungsi untuk mengukur temperatur HTF, PCM, permukaan kolektor, serta saluran masuk dan keluar air panas.



Gambar 3.9. Termokopel

Tabel. 3.8. Spesifikasi termokopel

Tipe termokopel	Tipe K
Jumlah	24 buah
Panjang kabel	1-1,5 m
Kalibrasi	Manual

## 8. Anemometer

Sebagai pengukur kecepatan angin selama proses pengujian berlangsung. Instalasi *anemometer* diletakkan pada bagian atas tangki penyimpanan air panas.



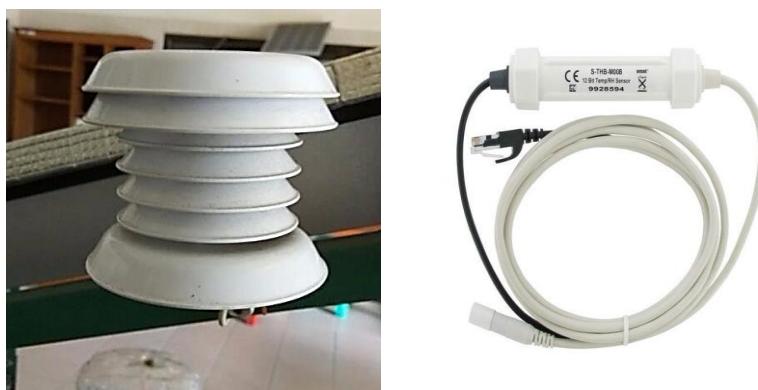
Gambar 3.10. Anemometer

Tabel. 3.9. Spesifikasi *anemometer*

Parameter pengukuran	Kecepatan angin rata-rata tiap 3 detik
Jarak pengukuran	0 hingga 76 m/s (0 hingga 170 mph)
Jarak temperatur selama operasi	-40° hingga 75°C (-40° hingga 167°F)
Akurasi	±1,1m/s (2.4 mph)
Resolusi	0,5 m/s (1.1 mph)
Waktu permulaan	1 m/s (2.2 mph)

### 9. Sensor temperatur udara

Sensor temperatur udara berfungsi untuk mengukur temperatur udara di sekitar.



Gambar 3.11. Sensor temperatur udara

Tabel. 3.10. Spesifikasi sensor temperatur udara

Shield	ASA styrene (UV-stable)
Bracket	Glass-filled nylon (UV-stable)
Panjang kabel	2,5 m
Berat total	223 g
Hardware terpasang	Besi stainless dan kuningan
Jarak pengukuran	-40°C sampai 75°C (-40°F sampai 167°F)
Kelembaban relatif (RH)	0-100% RH at -40° to 75°C (-40° to 167°F)
Akurasi temperatur	+/- 0.21°C from 0° to 50°C (0,38°F from 32° to 122°F)



#### 10. Kapsul pipa tembaga

Kapsul PCM berfungsi sebagai wadah paraffin wax dan penyimpan energi termal kalor laten.



Gambar 3.12. Kapsul pipa tembaga

Tabel. 3.11. Spesifikasi kapsul pipa tembaga

Material	Tembaga
Diameter	1 inch
Panjang pipa	122 cm
Jumlah	24 buah

#### 11. *Flowmeter*

*Flowmeter* digunakan sebagai pengukur debit aliran air masuk dan keluar.



Gambar 3.14. *Flowmeter*

Tabel. 3.12. Spesifikasi *flowmeter*

Tipe	FL46303
Dimensi	208 H x 32 mm D (83/16 x 11/4")
Berat	680 g (1.5 lb)
Akurasi	±5%
Bagian pengukur	Acrylic
Material o-ring	FKM
Float	316 SS (PVC for FL46302)
Batas temperatur	65°C (150°F) pada 0 psig
Batas tekanan	150 psig pada 21°C (70°F)
Penurunan tekanan	Maksimum 2 psi
Kalibrasi LPM	1,0 sampai 7,5

## 12. Katup pengaman

Katup pengaman berfungsi sebagai pengontrol tekanan air, ketika tekanan air melebihi batas otomatis katup akan terbuka



Gambar 3.15. Katup pengaman

Tabel. 3.13. Spesifikasi katup pengaman

Tipe	DN15(G1/2)
Material	Kuningan
Kisaran penyesuaian tekanan	0,3-5kg, 3-10kg, 10-20kg, 20-30kg,30-40kg
struktur	Peredam tekanan
Maksimum operasi	90 °C

### 13. *Glass wool*

*Glass wool* digunakan sebagai insulasi pada tangki dipasang secara berlapis menyelimuti tangki berfungsi sebagai peredam rugi-rugi termal terhadap lingkungan.



Gambar 3.16. *Glass wool*

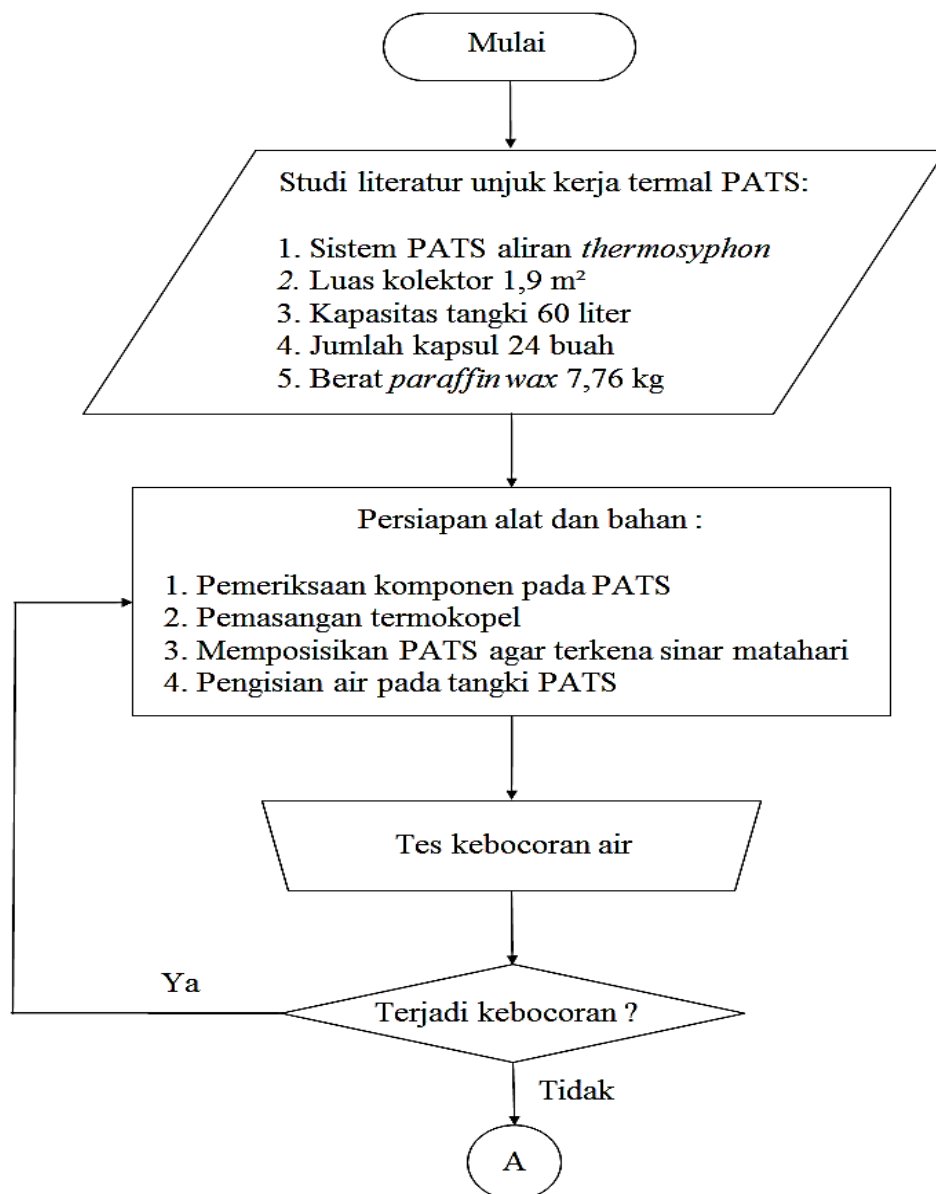
Tabel. 3.14. Spesifikasi *glass wool*

Material	Serat karbon
ketebalan	5 cm
Densitas	24 kg/m <sup>3</sup>

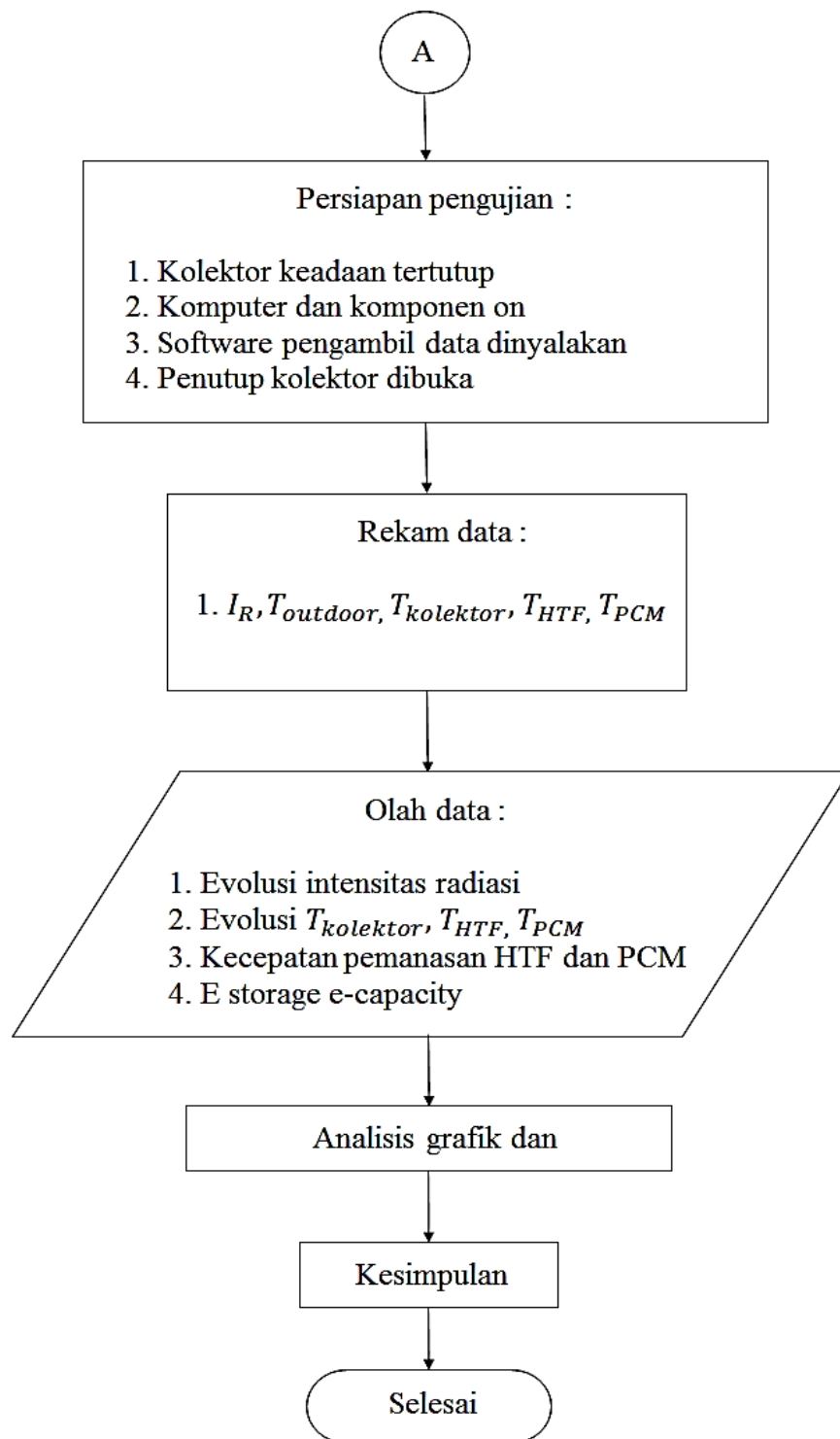
### 3.3. Prosedur Penelitian

#### 3.3.1. Diagram alir penelitian

Pada Gambar 3.17, Gambar 3.18 menunjukkan diagram alir penelitian dari awal dimulainya penelitian hingga pada selesainya penelitian.



Gambar 3.17 Diagram alir penelitian



Gambar 3.18 Diagram alir penelitian lanjutan

Gambar 3.17, Gambar 3.18 menjelaskan tentang skema kerja pada penelitian dimana penelitian berlangsung selama proses *charging*.

### 3.3.2. Langkah Pelaksanaan

Penelitian ini diawali dengan melakukan pengecekan pemasangan tiap komponen PATS. Kemudian memposisikan penempatan PATS agar terkena radiasi matahari ke arah utara. Selanjutnya dilakukan pengisian air pada tangki PATS kolektor keadaan tertutup. Sebelum mengaktifkan sistem pembacaan data pada PC, dipastikan terlebih dahulu tidak ada kebocoran. Setelah langkah-langkah tersebut dilakukan, sistem pembacaan data dinyalakan dan tutup kolektor dibuka. Pengujian berlangsung sampai PCM meleleh.

### 3.3.3. Pengambilan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah

- a) Intensitas radiasi matahari selama proses *charging berlangsung*
- b) Temperatur lingkungan
- c) Kecepatan angin pada lingkungan
- d) Temperatur air pada tangki selama proses dimulai hingga selesai
- e) Temperatur permukaan kolektor

### 3.3.4. Analisis Data

Data penelitian digunakan untuk memplot grafik data radiasi matahari, temperatur udara luar, serta grafik temperatur air dan PCM selama proses *charging* berlangsung. Data didapatkan dari 3 kali pengujian. Selanjutnya menghitung kecepatan pemanasan rata-rata sisi HTF dan sisi PCM serta efisiensi pengumpulan energi. Menganalisa hubungan antara temperatur permukaan kolektor dan temperatur air keluar kolektor selama proses *charging*.

### 3.4 Kesulitan Pada Penelitian

Kesulitan yang dijumpai pada saat dilakukannya penelitian ini diantaranya sebagai berikut.

1. Keadaan cuaca yang mudah berubah sehingga sangat mempengaruhi berjalannya proses *charging*.
2. Adanya kebocoran air melalui kawat termokopel, dibutuhkan waktu untuk melakukan perbaikan karena letak termokopel yang berhimpitan sehingga sulit untuk mengisolasi kebocorannya.
3. Terjadinya *error* pada data akuisi, disebabkan sambungan termokopel terhadap data akuisi yang mudah lepas.