

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Penelitian mengkombinasikan kedua macam jenis penyimpanan panas pada PATS *sistem thermosyphon*. *Paraffin wax* (LHS) diintegrasikan dengan air (SHS) yang berperan sebagai HTF. Jenis *paraffin wax* yang dipakai adalah RT52 dengan *properties* seperti Tabel 3.1.

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

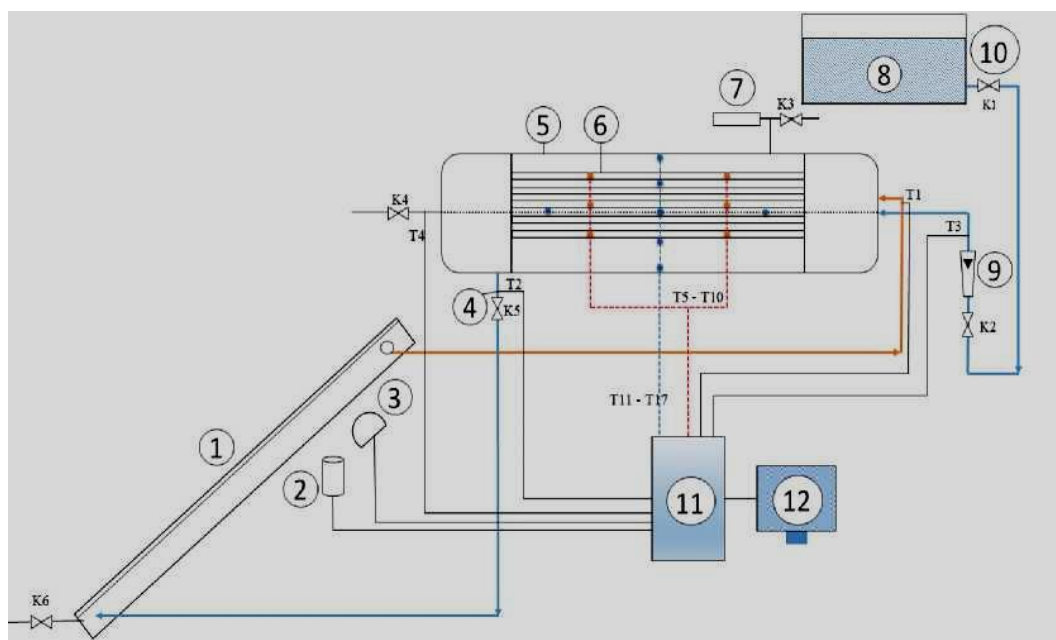
<i>Paraffin wax RT52</i>	
Temperatur leleh (°C)	52
Massa jenis (cair) (kg/l)	0,76
Massa jenis (padat) (kg/l)	0,88
Konduktifitas termal (W/m.K)	0,2
Peleburan energi temal kalor laten (kJ/kg)	143
Kalor jenis spesifik (kg/l)	0,76



Gambar 3.1. *Paraffin wax RT52*

3.2. Alat Penelitian

PATS sistem *thermosyphon* yang digunakan memiliki kapasitas air 60 liter. Skema alat digambarkan seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Skema PATS : (1) kolektor surya, (2) sensor temperatur udara, (3) piranometer, (4) katup keluar tangki, (5) tangki PATS, (6) kapsul PCM, (7) katup pengaman, (8) tangki air dingin, (9) rotameter air, (10) katup air, (11) akuisisi data, (12) PC

Adapun komponen-komponen PATS yang digunakan sebagai berikut, antara lain :

1. Kolektor surya

Kolektor surya berfungsi mengkonversi energi matahari menjadi energi termal untuk memanaskan air yang berada di dalam kolektor. Pada pengujian ini, kolektor surya yang digunakan memiliki ukuran 1 m x 1,9 m dan dipasang dengan kemiringan 15°. *Material absorber* dan pipa *absorber* masing-masing menggunakan alumunium dan pipa tembaga. Kaca *mislite* setebal 5 mm sebagai kover atas dan menggunakan insulasi berupa *polyurethane*-alumunium foil. Kolektor surya yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Kolektor surya

2. Sensor temperatur udara

Sensor temperatur udara digunakan untuk mengukur temperatur lingkungan di sekitar alat. Sensor temperatur udara dapat mengukur temperatur lingkungan dari $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan RH 0-100 %. Akurasinya $\pm 0,21\text{ }^{\circ}\text{C}$ jika pada temperatur $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sensor udara yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Sensor temperatur udara

3. Piranometer

Piranometer berfungsi mengukur besarnya energi radiasi yang dipancarkan sinar matahari pada tiap satuan luasnya. Pengukuran dapat dilakukan hingga intensitas 1280 W/m^2 . Akurasi dan resolusi pada piranometer masing-masing adalah $\pm 10\text{ W/m}^2$ dan $1,25\text{ W/m}^2$. Piranometer masih dapat bekerja dengan baik apabila masih dalam jarak temperatur pengoperasian, yaitu dari $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai 75

°C. Pengujian dilakukan dengan menggunakan piranometer Hobo Wlatha Station seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Piranometer

4. Tangki PATS

Tangki PATS merupakan penyimpan energi termal yang terdapat pada air (sensibel) dan PCM (laten). Tangki PATS ditutup dengan *glass wool* dan *aluminium foil* untuk mengurangi *heat loss*. Tangki memiliki panjang 122 cm, diameter luar 25 cm, dan kapasitas 60 liter yang terlihat sebagaimana pada Gambar 3.6.. Material yang digunakan sebagai bahan pembuatan tangki terdiri dari plat baja karbon dengan ketebalan yang bervariasi antara 3 mm.



Gambar 3.6. Tangki PATS

5. Kapsul PCM

Kapsul PCM merupakan wadah dari *paraffin wax* yang berperan sebagai penyimpan energi termal kalor laten. Kapsul dipasang di dalam tangki PATS dengan jumlah 24 buah. Masing-masing kapsul PCM memiliki panjang 1 m dan diameter luar 1 inch. Bahan kapsul menggunakan material tembaga. Kapsul PCM ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Kapsul PCM

6. Katup pengaman

Katup pengaman digunakan agar sistem PATS tetap bekerja pada temperatur yang diijinkan. Apabila temperatur sudah melebihi 90 °C, maka air akan keluar secara otomatis untuk mengurangi temperatur di dalam tangki tersebut. Katup pengaman dipasang pada saluran di atas tangki PATS seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Katup pengaman

7. Rotameter air

Rotameter air berperan sebagai pengatur debit air yang masuk ke PATS. Rotameter yang digunakan mampu mengukur debit hingga 7,5 LPM. Batas temperatur, batas tekanan, dan penurunan tekanan maksimum pada rotameter yang digunakan berturut-turut adalah 65 °C pada 0 psig, 150 psig pada 21 °C, dan 2 psi. Rotameter yang digunakan merupakan pabrikan dari Omega dan ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Rotameter air

8. Akuisisi data

Akuisisi data adalah alat penyimpan data dari kabel-kabel termokopel yang sudah terpasang pada PATS. Gambar 3.10. menunjukkan data akuisisi Advantec USB-4718 yang digunakan dalam pengujian. Data akuisisi mempunyai kapasitas temperatur -20 ~ 70 °C. Tiap data akuisisi mampu dipasang 8 termokopel sehingga total termokopel yang dapat dipasang adalah 24 buah.



Gambar 3.10. Akuisisi data

9. PC

PC memungkinkan pembacaan data yang disimpan oleh akuisisi data. PC yang digunakan mempunyai spesifikasi seperti pada Tabel 3.2. dan ditunjukkan pada Gambar 3.11.



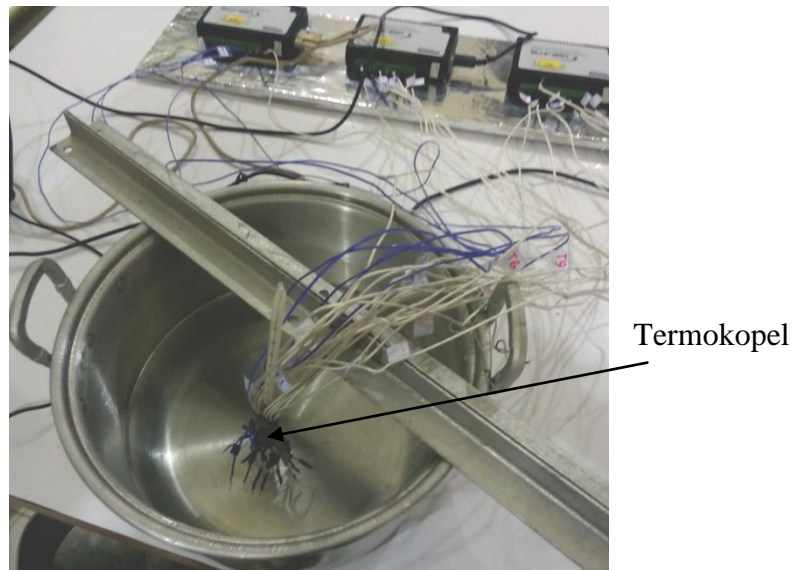
Gambar 3.11. PC

Tabel 3.2. Spesifikasi PC

Tipe grafis	Intel HD Graphics 3300 780MB
Ukuran Layar	14 inch 32-Bit
Resolusi Layar	1260x768
CPU	Intel Atom CPU N280 (up to 1.66 GHz)
Memori/RAM	1GB DDR3
Drive Optik	DVD±RW
Harddisk	320GB

10. Termokopel

Termokopel digunakan untuk mengukur temperatur. Termokopel dipasang di HTF, PCM, permukaan tangki dan saluran-saluran pada sistem PATS yang jumlahnya 22 buah. Untuk mendapatkan temperatur yang sebenarnya, termokopel dikalibrasi terlebih dahulu seperti yang terlihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Kalibrasi termokopel

11. Anemometer

Anemometer merupakan sensor pengukur kecepatan angin lingkungan yang digunakan selama penelitian berlangsung. Anemometer diletakkan lebih tinggi daripada tangki agar sistem PATS tidak mengganggu angin yang akan menghembus ke arah anemometer (Gambar 3.13).



Gambar 3.13. Anemometer

Selain komponen-komponen tersebut, adapun alat-alat lain yang digunakan dalam penelitian, antara lain:

1. Bak Penampung

Bak penampung berfungsi mengukur volume air yang ditampung. Bak penampung mampu mengukur volume air di dalam bak hingga 20 liter dengan ketelitian 0,5 liter. Bak penampung diselimuti oleh *glass wool* dan *aluminium foil* untuk mengurangi *heat loss* seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Bak penampung

2. *Multimeter*

Multimeter berfungsi mengukur temperatur dalam penampung air. Selain dapat mengukur temperatur, *multimeter* juga dapat digunakan untuk mengukur arus, hambatan dan voltase. *Multimeter* merk Krisbow yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.15.

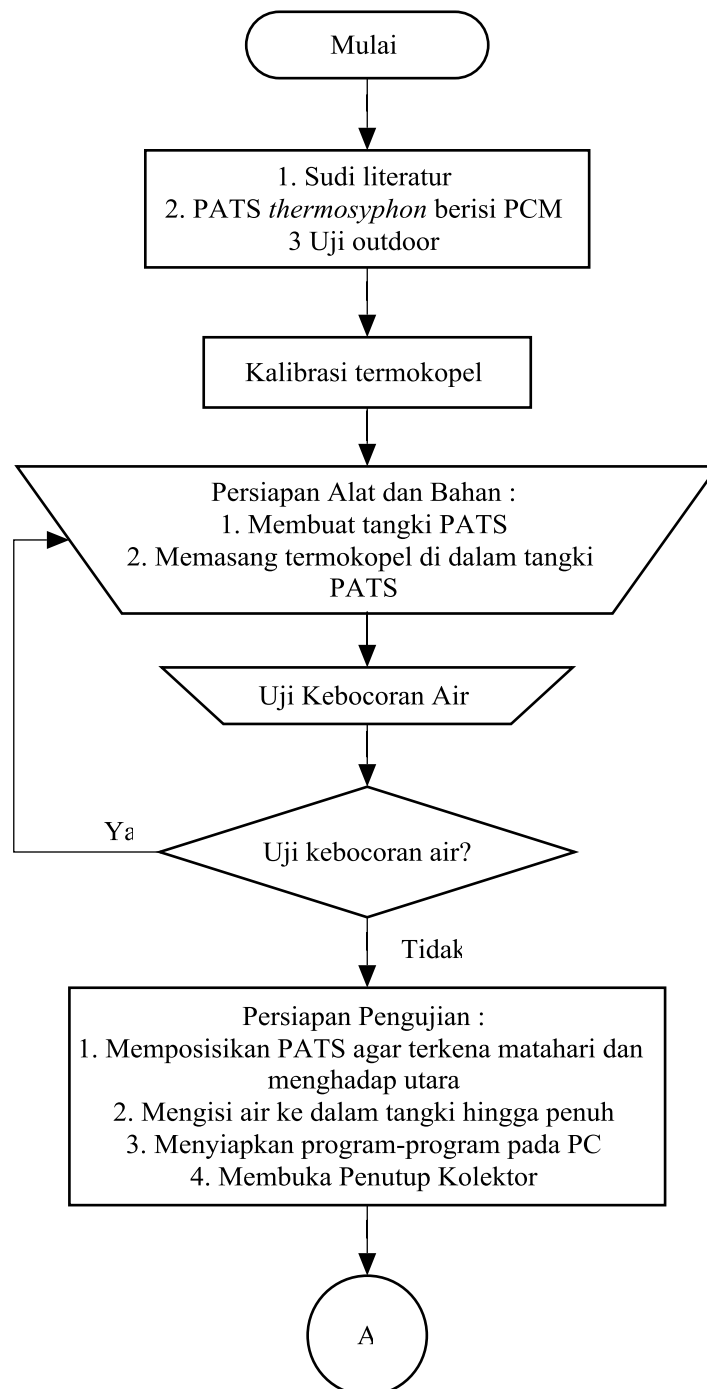


Gambar 3.15. *Multimeter*

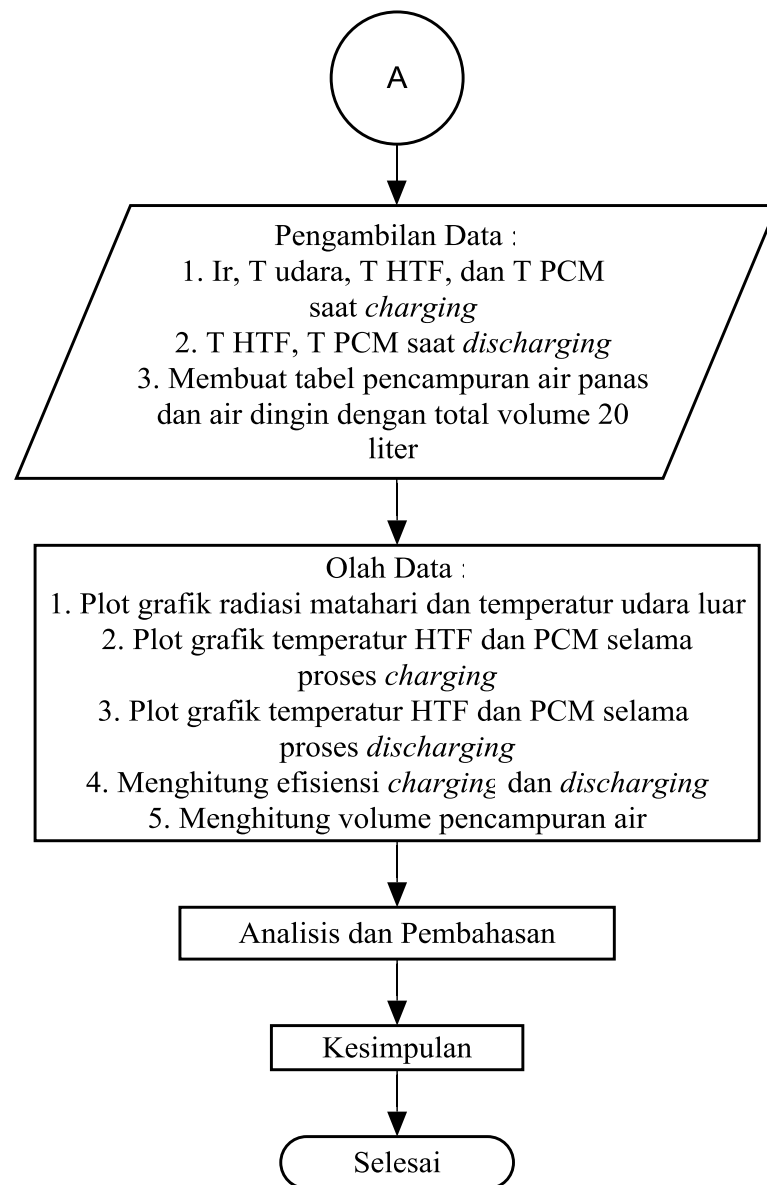
3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Diagram Alir Penelitian

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



Gambar 3.16. Diagram alir penelitian



Gambar 3.16. Diagram alir penelitian (lanjutan)

3.3.2. Langkah Pelaksanaan

Sebelum melakukan pengujian, pertama-tama yang harus dilakukan dengan mempersiapkan alat dan bahan pengujian. Persiapan dilakukan dengan membuat tangki PATS, kalibrasi termokopel, dan memasang termokopel ke dalam tangki PATS. Setelah alat telah siap, langkah selanjutnya dilakukan dengan melakukan pengecekan alat terhadap kebocoran air. Apabila masih terdapat kebocoran, maka langkah sebelumnya harus diulangi. Kemudian jika kebocoran sudah dapat diatasi, maka dapat dilanjutkan dengan memposisikan PATS agar

menghadap ke arah utara dan terkena sinar matahari, mengisi tangki PATS dengan air hingga penuh, menyiapkan program-program pada PC, dan membuka penutup kolektor. Pengujian diawali dengan proses *charging*. Pada setiap satu kali proses *charging*, hanya dapat digunakan untuk satu metode pengujian *discharging*.

3.3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan selama proses *charging* untuk mendapatkan data intensitas radiasi matahari, kecepatan angin lingkungan, dan temperatur udara luar. Selain itu, pengumpulan data juga dilakukan dengan merekam temperatur air dan PCM selama proses *charging* dan *discharging*. Pengujian *discharging* menggunakan 2 metode, yaitu *discharging* kontinyu dan bertahap. Pada pengujian *discharging* bertahap, dilakukan pembuatan tabel pencampuran air panas dan air dingin dengan volume campuran sebanyak 20 liter.

3.3.4. Olah Data dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan memplot grafik radiasi matahari, temperatur udara luar dan radiasi kumulatif terhadap waktu selama proses *charging*. Setelah itu, memplot grafik evolusi temperatur air dan PCM terhadap waktu selama proses *charging* dan *discharging*. Pada pengujian *discharging* kontinyu, analisis dilakukan dengan menghitung efisiensi *discharging*, sedangkan pengujian *discharging* bertahap dilakukan dengan menghitung volume air panas dan air dingin pada air campuran 20 liter untuk mendapatkan temperatur 45 °C serta membuat tabel pencampuran air panas dan air dingin. Kemudian, data tersebut dianalisis lebih dalam dengan menggunakan literatur yang ada dan perhitungan untuk membandingkan kedua metode *discharging*.

3.4. Kesulitan Penelitian

Kesulitan yang dihadapi selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut.

1. Keadaan cuaca yang tidak menentu sehingga temperatur pada sistem PATS tidak mencapai harga yang diinginkan untuk melakukan proses *discharging*.
2. Pembacaan akuisisi data yang error terkadang mengganggu jalannya penelitian.
3. Temperatur kerja yang tinggi mengakibatkan terjadinya kebocoran PATS yang digunakan.