

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode eksperimental nyata (*true experimental research*) yang secara langsung digunakan ke obyek yang akan diteliti. Obyek tersebut akan diambil datanya pada tahapan-tahapan tertentu yang akan menghasilkan beberapa data yang bisa dibandingkan dan akan menunjukkan suatu pola perbandingan tertentu yang bisa dihubungkan.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2013 sampai selesai. Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laboratorium Tenaga Surya dan Energi Alternatif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas yaitu variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel yang lain.  
Variabel bebas dalam penelitian adalah :  
Bentuk permukaan plat : tanpa alur dan alur  
Temperatur air masuk : 35°C, 40°C, 45°C, 50°C
2. Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah ditentukan. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah temperatur air masuk dan efisiensi pada pemanas air tenaga matahari pelat ganda.
3. Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah luas bidang penyerapan kalor sebesar  $0.5 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 0.5 \text{ m}^2$ .

### 3.4 Peralatan Penelitian

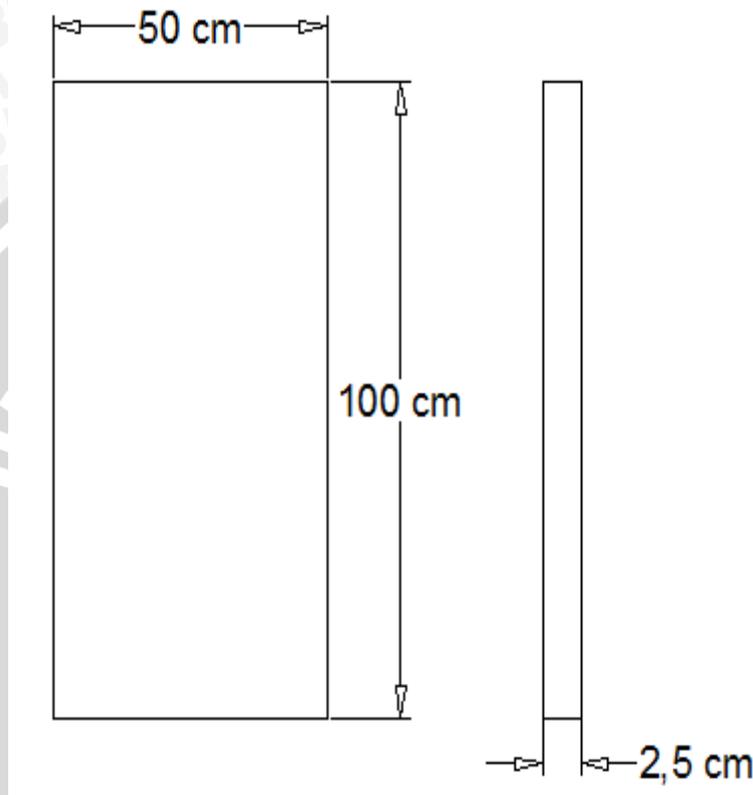
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- a. Pemanas air tenaga matahari pelat ganda

Adalah yang digunakan selama pengujian berlangsung. Fungsi dari alat ini adalah untuk memanaskan air dengan menggunakan tenaga matahari. Pada pemanas ini

digunakan pelat ganda yang mana tiap pemanas akan memiliki perbedaan pada bagian isolator nya karena pada bagian ini nantinya akan memiliki bentuk permukaan berbeda yang disebabkan oleh penambahan alur turbulence promoter pada salah satu kolektor. Oleh karena itu kolektor ini dibagi menjadi 2, yakni :

1. Kolektor plat datar tanpa *turbulence promoter*



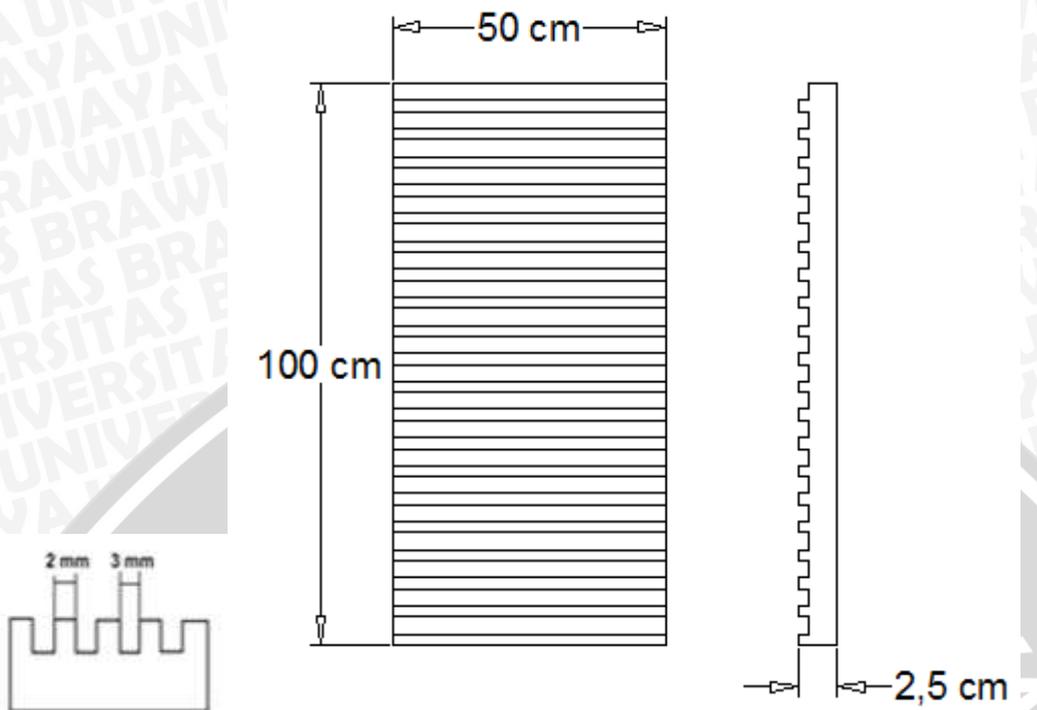
Gambar 3.1 Kolektor tanpa *Turbulence Promoter*

Pada Gambar 3.1 , bagian isolator nya tidak memiliki alur turbulen yang dapat mempengaruhi bentuk aliran air. Dari sini kita juga dapat mengetahui berapa banyak volume air yang berada didalam kolektor saat terjadi pemanasan. Kita dapat menghitungnya dengan cara ;

$$\begin{aligned}
 V &= p \times l \times t \\
 &= 100\text{cm} \times 50 \text{ cm} \times 0,2 \text{ cm} \\
 &= 1000 \text{ cm}^3
 \end{aligned}
 \tag{3-1}$$

Volume air yang terdapat pada kolektor tanpa *turbulence promoter* adalah 1000  $\text{cm}^3$ . Volume air ini tentu akan berbeda dengan volume air kolektor dengan *turbulence promoter* .

## 2. Kolektor plat datar dengan *turbulence promoter*



Gambar 3.2 Kolektor dengan *Turbulence Promoter*

Pada gambar 3.2 terlihat bahwa bagian isolatornya memiliki alur *turbulence promoter*, yang mana nantinya akan mempengaruhi bentuk aliran air serta kinerja dari pemanas air tenaga surya pelat ganda ini. Dari gambar 3.2 kita juga dapat mengetahui bahwa pada kolektor dengan penambahan *turbulence promoter* terdapat penambahan volume yang disebabkan oleh alur tersebut.

$$\begin{aligned}
 V &= p \times l \times t + p \times l \times t \\
 &= (100 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 0,2 \text{ cm}) + (0,2 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}) \quad (3-2) \\
 &= 1000 \text{ cm}^3 + 600 \text{ cm}^3 \\
 &= 1600 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Volume air yang terdapat pada kolektor dengan *turbulence promoter* adalah 1600  $\text{cm}^3$ . Terdapat perbedaan volume sebanyak 600  $\text{cm}^3$ . Sehingga volume air pada kolektor dengan *turbulence promoter* lebih banyak daripada kolektor tanpa *turbulence promoter*

### b. Kaca

Gambar 3.3 adalah kaca yang berfungsi sebagai pelindung serta mengurangi faktor

kehilangan panas yang disebabkan oleh konveksi panas dari absorber langsung ke udara



Gambar 3.3 Kaca

c. Pelat Tembaga

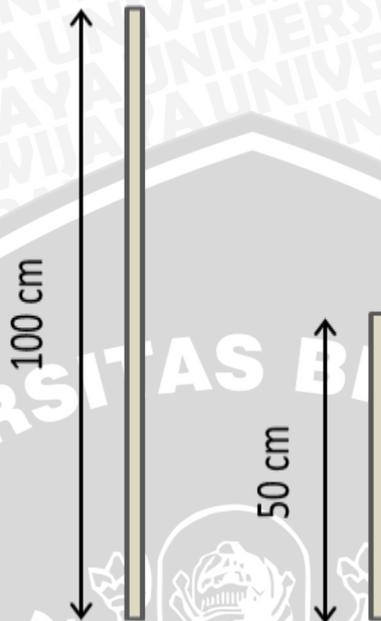
Gambar 3.4 adalah plat tembaga yang digunakan pada pemanas air tenaga matahari sebagai penyerap radiasi matahari. Plat tembaga dipilih karena daya serap radiasi nya paling tinggi diantara jenis material lainnya. Untuk menambah daya serap, plat tembaga di cat doff warna hitam.



Gambar 3.4 Plat tembaga

d. Akrilik

Gambar 3.3 adalah akrilik, alat ini digunakan sebagai pembatas/sekat antara kedua pelat.



Gambar 3.3 Akrilik

e. Pyranometer

Gambar 3.5 adalah Pyranometer, alat yang digunakan untuk mengukur intensitas daya radiasi cahaya matahari (*total radiation*) yang masuk selama pengambilan data berlangsung. Satuan keluaran mV dengan nilai konversi ke radiasi matahari sebesar  $9.02 \times 10^{-6} \text{ V}/(\text{W}/\text{m}^2)$ .



Gambar 3.6 Pyranometer

## f. Data Logger

Gambar 3.4 adalah data logger yang digunakan untuk mengambil data berupa perubahan temperatur selama pengujian berlangsung. Pada data logger ini, data yang diambil dapat diatur waktu pengambilan dan jumlah data yang akan diambil.



Gambar 3.7 Data Logger  
Sumber : Anonymous\_a

Spesifikasi : 8 channel input yang berbeda

Input: 0-24 mA,

0-50 mV

0-10 V

NTC

PT-100

Thermocouple

Pulse Counter

Frequency

User defined sensors

g. Termokopel tipe K

Gambar 3.5 adalah Termokopel yang mana adalah sensor yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik berupa temperatur menjadi bentuk elektris berupa beda potensial, termokopel yang digunakan adalah tipe K.



Gambar 3.8 Termokopel tipe K  
Sumber : Anonymous\_b

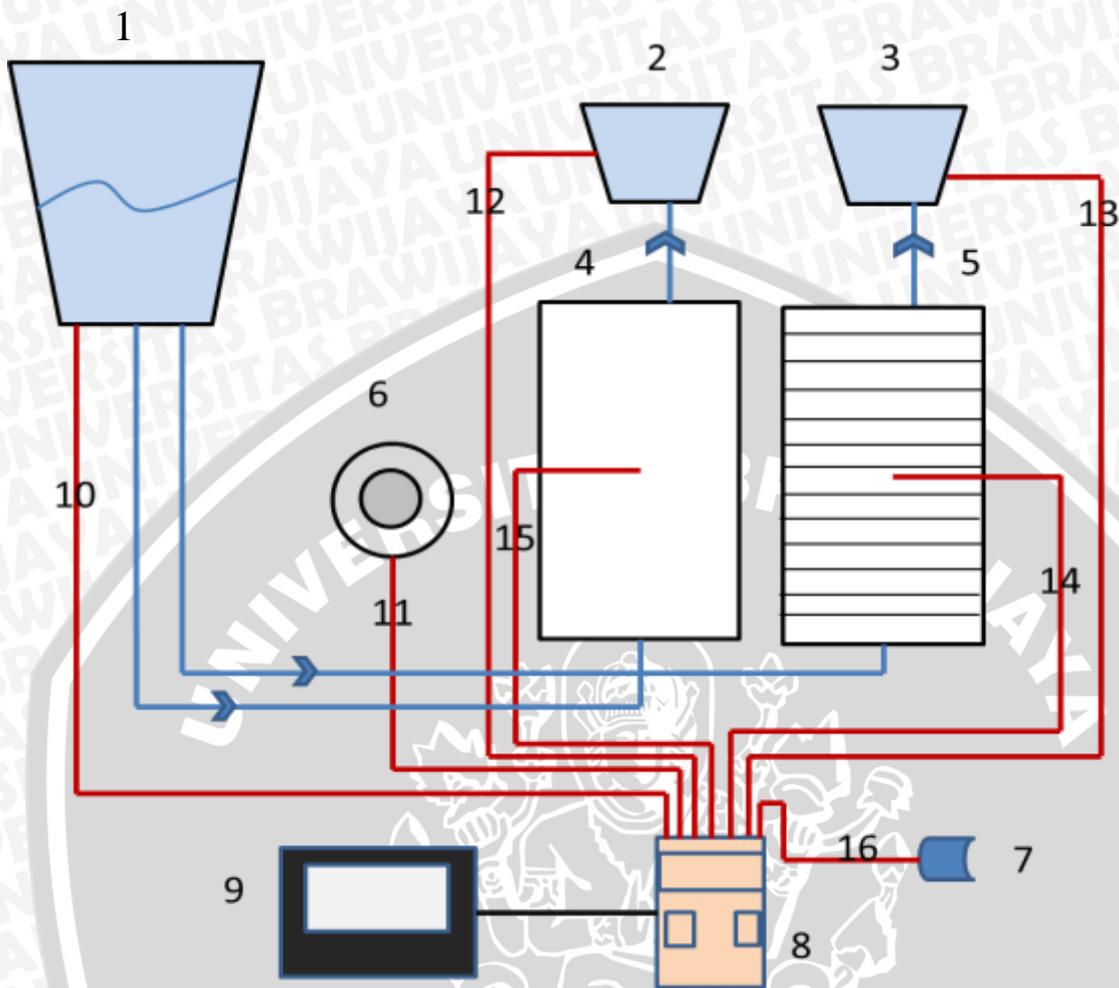
h. Heater listrik

Gambar 3.5 adalah *heater* listrik yang fungsinya untuk memanaskan air sebelum masuk ke dalam kolektor.



Gambar 3.9 Heater listrik

## 3.5 Instalasi Penelitian



Keterangan :

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1. Bak penampung air masuk                    | 8. Laptop                       |
| 2. Bak penampung air keluar 1                 | 9. Termokopel T in              |
| 3. Bak penampung air keluar 2                 | 10. Kabel input pyranometer     |
| 4. Kolektor tanpa <i>turbulence promoter</i>  | 11. Termokopel T out tanpa TP   |
| 5. Kolektor dengan <i>turbulence promoter</i> | 12. Termokopel T out dengan TP  |
| 6. Pyranometer                                | 13. Termokopel T plat tanpa TP  |
| 7. Termokopel ambient                         | 14. Termokopel T plat dengan TP |
| 8. Data Logger                                | 15. Termokopel ambient          |

Gambar 3.10 Instalasi Penelitian

Secara sederhana instalasi penelitian diatas bertujuan untuk memanaskan fluida kerja, yang dalam hal ini berupa air dari suhu rendah menjadi suhu tinggi dengan menggunakan tenaga matahari. Sirkulasi dalam sistem pemanasan air ini menggunakan sistem termosiphon yang memanfaatkan beda ketinggian untuk mensirkulasikan airnya. Pada gambar 3.10 kita dapat melihat bahwa proses inti pemanasan terjadi pada nomor 1 sampai 5. Dalam instalasi ini pemanasan air dilakukan pada 2 kolektor yang berbeda , kolektor tanpa turbulence promoter dan kolektor dengan turbulence promoter

Proses pemanasan air dimulai dari nomor 1 yaitu bak penampungan air. Mula-mula keran air pada bak penampungan air dibuka sehingga air dapat mengalir menuju kolektor nomor 4 (tanpa turbulence promoter) dan nomor 5 ( dengan turbulence promoter). Kemudian air mengalami proses pemanasan pada masing-masing kolektor. Air yang dipanaskan akan mengalami perubahan massa jenis sehingga akan naik menuju keatas dan posisi yang ditinggalkan tadi akan diisi oleh air yang belum mengalami pemanasan. Proses didalam kolektor terus terjadi sampai kolektor mengeluarkan produk air panasnya dan kemudian menuju bak penampung air keluar nomor 2 (tanpa turbulence promoter) dan nomor 3 (dengan turbulence promoter). Proses ini akan terus berulang selama penelitian berlangsung.

Untuk mengukur besarnya temperatur dan radiasi yang terjadi, maka pada alat penelitian dipasang alat ukur berupa termokopel, pyranometer, data logger dan laptop yang ditunjukkan oleh nomor 6 sampai 16. Pada alat dipasang 5 buah termokopel untuk mengukur temperatur masuk dan temperatur keluar serta 1 buah termokopel dipasang pada lingkungan sekitar untuk mengetahui temperatur lingkungan (ambient). Untuk mengetahui radiasi matahari yang terjadi selama proses penelitian berlangsung, dipasang pula pyranometer yang berada disebelah kolektor. Kemudian termokopel dan pyranometer tadi dihubungkan ke data logger untuk diproses pada laptop.

Dengan demikian pada pemanas air tenaga matahari akan terlihat perbedaan antara kolektor tanpa turbulence promoter dan kolektor dengan penambahan turbulence promoter selama penelitian ini berlangsung

### **3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

#### **a. Persiapan penelitian**

##### **1. Prosedur pembuatan model**

- a. Siapkan seluruh bahan untuk membuat pemanas air yaitu tembaga, ukuran 100 cm x 50 cm dengan tebal 0,5 mm , plastik PE ukuran 100 cm x 50 cm, akrilik, dan kaca bening ukuran 100 cm x 50 cm.
  - b. Potonglah akrilik dengan ukuran 50 cm x 2 cm sebanyak 4 buah dan 100 cm x 2 cm sebanyak 4 buah.
  - c. Lubangi sisi depan dan belakang plastik PE untuk dijadikan saluran air masuk dan keluar.
  - d. Tumpuk akrilik, tembaga dan kaca diatas plastic PE kemudian lem satu per satu bagian tersebut. Untuk mencegah kebocoran, setiap celah diberi *sealant*.
  - e. Setelah diberi sealent, kolektor dirapatkan lagi dengan diberi mur dan baut.
  - f. Pemanas air tenaga matahari siap untuk di uji.
2. Kalibrasi termokopel
  3. Kalibrasi pyranometer
  4. Pengaturan posisi kolektor dan pyranometer terhadap arah datangnya sinar matahari
  5. Memasang instalasi penelitian
  6. Pengecekan kebocoran
- b. Proses pemanasan air
1. Mengisi air pada bak penampungan
  2. Mengatur debit air masuk ke dalam kolektor sebesar 0,15 liter / menit
  3. Memanaskan air dengan heater hingga temperatur 35°C
  4. Membuka keran sehingga air dari bak penampung mengalir menuju kolektor tanpa turbulence promoter dan kolektor dengan turbulence promoter untuk dipanaskan.
  5. Mencatat temperatur pelat dan temperatur air keluar dari kolektor tanpa turbulence promoter dan kolektor dengan turbulence promoter setiap 5 menit sekali sampai pemanasan selesai
  6. Mencatat temperatur lingkungan sekitar (ambient)
  7. Mencatat radiasi matahari yang ditangkap oleh pyranometer
  8. Setelah selesai matikan air dan heater kemudian tutup semua keran
  9. Untuk variasi temperatur masuk yang lain ( 40°C, 45°C, 50°C ) ulangi langkah pada point no.1 - 8

### 3.8 Diagram Alir Penelitian

