

## BAB IV

### PEMBUATAN ALAT

#### 4.1 Persiapan Komponen dan Material

Sebelum proses perakitan dimulai, semua komponen dan material disiapkan sesuai spesifikasi, di antaranya:

Table 4.1 Komponen alat dan bahan

| No | Nama Komponen                    | Spesifikasi                                       | Fungsi                                  |
|----|----------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1  | Panel Surya                      | 400 Wp, 12V–24V                                   | Sumber energi listrik                   |
| 4  | Imersion Heater                  | 250–300 W, 12V DC                                 | Pemanas untuk media pasir               |
| 5  | Wadah Pasir (TES Container)      | Diameter $\pm 20$ cm, tinggi $\pm 20$ cm          | Tempat penyimpanan panas                |
| 6  | Pasir Silika/Kering              | $\pm 10$ kg                                       | Media penyimpan panas                   |
| 7  | Pipa Tembaga Spiral              | $\varnothing$ 6–10 mm, panjang $\pm 1$ –1.5 meter | Jalur perpindahan panas ke air          |
| 8  | Tangki Air Masuk dan Keluar      | 2 buah x $\pm 10$ liter                           | Menyimpan air sebelum dan sesudah panas |
| 9  | Termokopel + Thermometer Digital | Tipe K (0–500 °C)                                 | Mengukur suhu pasir dan air             |
| 10 | Wattmeter / Multimeter Digital   | DC/AC                                             | Mengukur tegangan, arus, daya           |
| 11 | Pompa Air DC                     | 12V DC, aliran 2–5 liter/menit                    | Mengalirkan air ke pipa tembaga         |

|    |                      |                        |                                |
|----|----------------------|------------------------|--------------------------------|
| 12 | Kabel dan Konektor   | AWG 14–10, tahan panas | Koneksi listrik                |
| 13 | Isolasi Termal       | Rockwool / Fiberglass  | Menjaga suhu dalam wadah pasir |
| 14 | MCB DC               | 10 A                   | Proteksi dan kontrol listrik   |
| 15 | Rangka dan Box Panel | Besi/siku aluminium    | Struktur penyangga             |

## 4.2 Perakitan Sistem Pemanas

### 4.2.1 Pemasangan Panel Surya



Gambar 4. 1 Pemasangan Panel Surya

Panel surya dipasang di area terbuka yang mendapatkan paparan sinar matahari langsung. Output panel disalurkan melalui kabel DC menuju wattmeter untuk memantau tegangan dan arus. Untuk mengoperasikan sistem baterai pasir secara mandiri dan ramah lingkungan, digunakan dua buah panel surya monokristalin sebagai sumber energi utama. Gambar menunjukkan dua panel yang diletakkan berdampingan, masing-masing dengan desain sel surya berwarna gelap dan pola grid khas panel monokristalin.

#### 4.2.2 Pengkabelan Heater



Gambar 4. 2 Pengkabelan Heater

Dari wattmeter, kabel disambungkan ke heater DC imersion 300W yang ditempatkan secara vertikal di tengah wadah pasir, sambungan kabel menggunakan konektor DC yahan panas dan terminal climp pengaman,

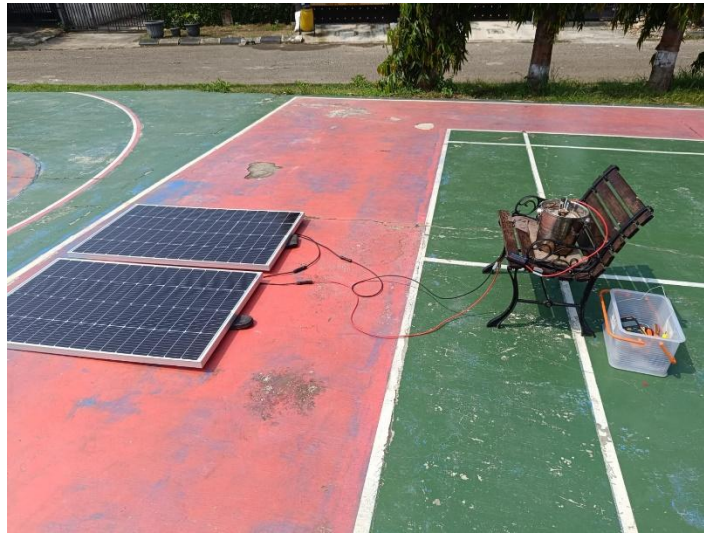
#### 4.2.3 Pemasangan Wattmeter



Gambar 4. 3 Pemasangan Wattmeter

Wattmeter dipasang di antara panel surya dan heater untuk memantau daya yang digunakan secara *realtime*, pastikan polaritas kabel sesuai dan terminal dikencangkan.

#### 4.2.4 Pengujian Awal



Gambar 4. 4 Pengujian Awal

Dilakukan uji nyala sistem tanpa beban pasir untuk memastikan heater berfungsi dan wattmeter membaca daya, semua sistem berjalan normal dan keluaran daya dari panel surya sangat berpengaruh pada pencahayaan matahari.

#### 4.3 Pembuatan dan Penyusunan Wadah Pasir

##### 4.3.1 Pembuatan Tabung Wadah



Gambar 4. 5 Pembuatan Tabung Wadah

Wadah menggunakan drum steenlis steel berdiameter 20 cm dan tinggi 20 cm, lapis dinding luar dengan isolator rockwool setebal 2-5 cm lalu bungkus dengan pelindung luar menggunakan aluminium foil.

#### 4.3.2 Penempatan Heater



Gambar 4. 6 Penempatan *Heater*

Heater imersion dipasang di tengah – tengah waha secara vertikal menggunakan bracket tahan panas atau keramik isolator, dengan posisi secara vertikal memungkinkan pemanasan heater dapat menyeluruh ke semua bagian pasir. Untuk mengubah energi listrik dari panel surya menjadi energi panas yang dapat disimpan, sistem ini menggunakan sebuah elemen pemanas listrik (heater) yang ditanam langsung ke dalam pasir silika. Penempatan heater secara optimal merupakan bagian krusial dalam desain sistem agar proses pemanasan media berjalan efisien, merata, dan aman.

#### 4.3.3 Pemasangan Spiral Tembaga



Gambar 4. 7 Pembuatan Spiral Tembaga

Pipa spiral tembaga dibuat seperti spiral yang nantinya akan memudahkan laju air didalam wadah pasir serta dapat mentransfer panas ke air secara menyeluruh, karna air dapat tersirkulasi secara memutar yang nanti kontak dengan pasir akan maksimal. Dalam sistem penyimpanan energi termal berbasis baterai pasir, efisiensi perpindahan panas sangat bergantung pada jenis material dan bentuk dari media penukar panas. Gambar di atas menunjukkan pipa tembaga berbentuk spiral (coil) yang digunakan untuk menyalurkan dan menerima panas dari media penyimpan, yaitu pasir silika.



Gambar 4. 8 Pemasangan Pipa Tembaga

Pipa tembaga spiral diletakan melingkari heater di dalam pasir, dengan ujung inlet di bagian bawah dan outlet di bagian atas, cara ini dapat memudahkan air masuk dan keluar. Di tengah sistem tampak kumparan elemen pemanas listrik (kemungkinan immersion heater berbentuk spiral) yang ditanam langsung ke dalam pasir silika. Posisi heater ini sangat penting karena:

- Memungkinkan distribusi panas yang merata ke seluruh media pasir,
- Meningkatkan efisiensi pemanasan.

Bersamaan dengan itu, terdapat pipa tembaga atau selang logam tahan panas yang melingkar di dalam pasir, yang berfungsi sebagai jalur sirkulasi fluida (air atau oli termal). Saat pasir dipanaskan, panas akan berpindah ke fluida yang melewati pipa ini, dan fluida panas akan digunakan untuk memanaskan air dalam tangki utama.

#### 4.3.4 Pengisian Pasir Silika



Gambar 4. 9 Pengisian Pasir Silika

Pasir silika dikeringkan terlebih dahulu untuk menghindari penguapan, kemudian diisi dengan seberat 8 kg sampai heater tertanam dengan sempurna. Bersamaan dengan itu, terdapat pipa tembaga atau selang logam tahan panas yang melingkar di dalam pasir, yang berfungsi sebagai jalur sirkulasi fluida (air atau oli termal). Saat pasir dipanaskan, panas akan berpindah ke fluida yang melewati pipa ini, dan fluida panas akan digunakan untuk memanaskan air dalam tangki utama.

#### 4.4 Penyusunan Sistem Sirkulasi Air

##### 4.4.1 Instalasi Inlet dan Outlet



Gambar 4. 10 Instalasi Air

Inlet air dipasang di bawah spiral tembaga dan outlet berada di bagian atas, menggunakan fitting tahan panas dan seal agar tidak terjadi kebocoran. Sistem sirkulasi ini dapat bekerja secara alami (natural circulation) karena perbedaan suhu dan massa jenis fluida (thermosiphon), atau dibantu dengan pompa sirkulasi kecil untuk mempercepat aliran. Dengan desain seperti ini, fluida panas dari media baterai pasir akan naik ke inlet, memanaskan air di dalam wadah stainless, kemudian mengalir turun kembali ke media pasir melalui outlet, terus-menerus selama sistem aktif.

#### 4.4.2 Pompa Air



Gambar 4. 11 Pompa Air

Pompa air DC 5V dipasang pada jalur pipa yang sudah disambung menggunakan selang bening untuk mengalirkan air dari tangki ke heat exchanger/pipa tembaga spiral. Sumber daya pompa dari adaptor charging handphone dengan keluaran sesuai 5V.

#### 4.4.3 Pengukuran Suhu

Thermometer dipasang di dalam media pasir serta pada pipa masuk (*inlet*) dan pipa keluar (*outlet*) sistem sirkulasi air untuk memantau perubahan suhu pasir dan air selama proses pengujian berlangsung. Pengukuran suhu ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik penyimpanan energi termal pada media pasir sekaligus mengevaluasi kinerja perpindahan panas dari baterai pasir menuju fluida kerja berupa air melalui pipa penukar kalor (*heat exchanger*).

Data temperatur direkam secara berkala selama proses pemanasan dan pelepasan panas berlangsung. Hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam, data temperatur juga menjadi parameter utama dalam perhitungan efisiensi sistem penyimpanan energi termal dan analisis karakteristik perpindahan panas menggunakan pendekatan konduksi, konveksi, serta

neraca energi (*energy balance*). Dengan demikian, pengukuran suhu merupakan salah satu tahapan yang sangat penting untuk mengevaluasi performa keseluruhan sistem baterai pasir yang dikembangkan pada penelitian ini.