

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan pada Mei hingga Juli 2012, dan 20 – 22 Maret 2013 di Laboratorium dan Perbengkelan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Dalam pembuatan kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon diperlukan beberapa peralatan dan bahan-bahan yang terdiri dari: Peralatan pembuatan, peralatan pengujian, dan bahan-bahan.

3.2.1. Peralatan pembuatan

Peralatan yang akan digunakan untuk membuat kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon adalah mesin pemotong, mesin gerinda, mesin bor, meteran, dan las listrik.

3.2.2. Peralatan pengujian

Peralatan pengujian yang akan digunakan untuk menguji kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon adalah termometer batang, stopwatch, termokopel, solarimeter/luxmeter.

3.2.3. Bahan-bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon adalah besi siku 3 batang, kaca dengan ketebalan 3 mm, sambungan T, sterofom, papan dengan lebar 25 cm dengan tebal ½ inchi, elektroda las 10 batang, paku 1 inchi, dan plat alumunium.

3.3. Metode Perancangan

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan guna melengkapi dan menyempurnakan kolektor surya. Pertama, kriteria rancangan yang bertujuan untuk menentukan dimensi rancangan, ukuran, dan bahan yang digunakan serta target minimal yang akan dicapai. Kedua, rancangan struktural yaitu gambaran utuh dari sebuah rancangan yang terdiri dari tata letak dan struktur rancangan. Ketiga, rancangan fungsional yaitu penjelasan atas semua fungsi dari setiap komponen.

3.3.1. Kriteria rancangan

Kriteria rancangan yang menjadi acuan dalam pembuatan kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon adalah minimal sudah bekerja sesuai prinsip termosifon. Adapun luas kolektor yang akan dibuat adalah 1,00 m x 0,50 m atau 0,50 m². Bagian kolektor surya dirancang membentuk sudut 15°. Volume tangki penyimpan air panas yang akan dibuat adalah 20 lt dengan dimensi tinggi 0,40 m x diameter 0,30 m. Tipe ini dirancang untuk mencapai temperatur (60 - 70) °C.

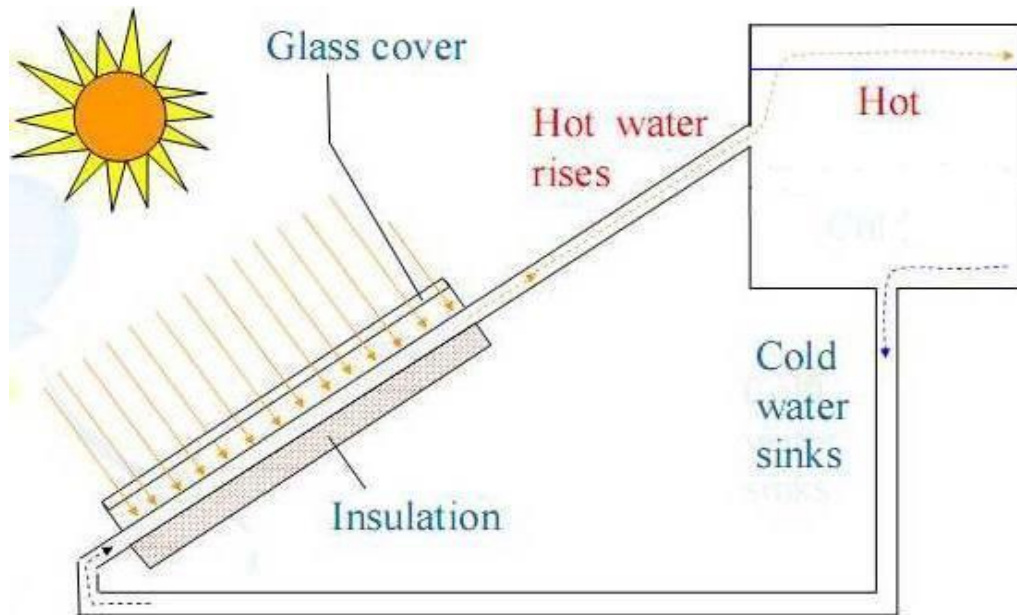
Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan kolektor surya menaikkan suhu air dengan massa 20 kg dari suhu 30 °C – 60 °C dengan *absorber* terbuat dari pipa

tembaga dengan diameter pipa 3/8 inchi dan panjang 8 m, dengan asumsi efisiensi kolektor 30 %, maka digunakan Persamaan 6, 7, 8, dan 10, perhitungan waktu yang dibutuhkan kolektor terdapat pada Lampiran 1.

Aplikasi umum kolektor tipe ini antara lain digunakan untuk pemanas air, pemanas gedung, pengkondisian udara, dan proses panas industri. Komponen penunjang yang terdapat pada kolektor tipe ini antara lain: *transparent cover*, *absorber*, isolator, dan kerangka.

3.3.2. Rancangan struktural

Rancangan struktural dalam pembuatan kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon terdiri dari beberapa komponen yaitu, *absorber* atau penyerap panas, isolator, *transparent cover*, dan kerangka. *Absorber* terbuat dari plat alumunium dan tembaga yang dicat hitam pada bagian atasnya. Pipa tembaga dengan diameter 3/8 inchi dengan panjang 8 m. Jadi di dalam pipa tembaga inilah air dipanaskan. Pergerakan air dalam kolektor dapat dilihat pada Gambar 5. Pada bagian samping kotak dibuat lubang yang tersambung dengan selang penyalur air yang terbuat dari plastik, selang penyalur air ini tersambung dengan tangki penyimpanan. Selanjutnya yaitu isolator yang terbuat dari papan kayu. Isolator dari kolektor surya yang akan dibuat terletak di bagian samping kanan, kiri, depan, belakang, dan bagian bawah. Isolator juga berfungsi sebagai rangka kolektor. Sedangkan pada bagian atas ditutupi dengan kaca (*transparent cover*). Tangki untuk menyimpan energi panas terbuat dari ember plastik yang telah dibersihkan yang dilapisi dengan sterofom pada bagian luarnya. Dudukan dirancang untuk meletakkan kolektor pada bagian bawah dan tangki penyimpan pada bagian

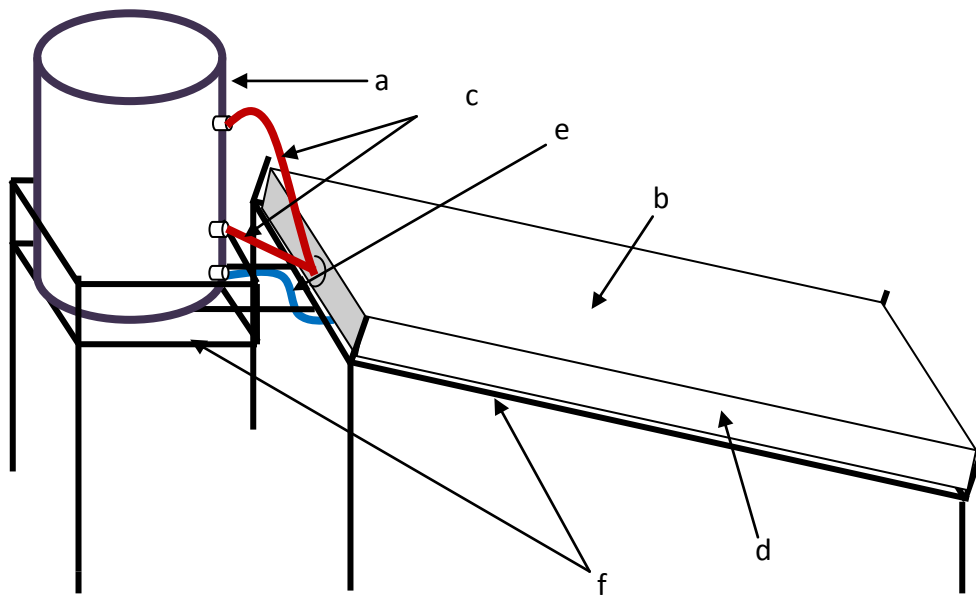


Gambar 5. Pergerakan air dalam kolektor.

atasnya. Dudukan kolektor dirancang membentuk sudut 15° . Sedangkan dudukan tangki penyimpanan dirancang datar. Dudukan tangki penyimpanan dirancang lebih tinggi dari kolektor agar tidak terjadi siklus arus balik. Rancangan struktural kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon dapat dilihat pada Gambar 6.

3.3.2. Rancangan fungsional

Dalam rancangan pembuatan kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon terdiri dari beberapa bagian utama yaitu, kolektor surya yang berfungsi sebagai alat untuk mengumpulkan panas dari Matahari agar diserap oleh *absorber*. Bagian pipa *absorber* berfungsi untuk memanasi air. Sedangkan bagian selang penyalur berfungsi sebagai penyalur atau pembawa air yang telah terpanaskan menuju tangki penyimpanan panas. Bagian isolator yang terbuat dari papan berfungsi mengurangi energi panas yang terbuang. Bagian kaca berfungsi



- Keterangan: a. Tangki penyimpanan
 b. Penutup dari kaca
 c. Selang penyalur air panas
 d. Isolator dari papan
 e. Selang penyalur air dingin
 f. Rangka kolektor dan tangki penyimpanan

Gambar 6. Rancangan struktural kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon.

untuk memberikan efek rumah kaca agar energi panas terperangkap dalam kolektor. Bagian tangki penyimpanan air berfungsi untuk menyimpan energi panas. Sedangkan pelapisan dengan styrofoam pada tangki penyimpanan bertujuan untuk mengurangi energi panas yang terbuang. Bagian yang terpenting yang lain adalah bagian rangka atau dudukan yang berfungsi sebagai penyangga kolektor dan tangki penyimpanan.

3.4. Prosedur Kerja

Dalam melaksanakan prosedur kerja harus mengikuti tahap-tahap prosedur agar mendapatkan hasil yang baik dan lebih teratur dalam pengerjaannya. Adapun tahap pertama adalah perancangan desain, kedua, tahap pembuatan komponen-

komponen utama, dan yang terakhir adalah tahap perakitan komponen-komponen utama kolektor.

3.4.1. Tahap perancangan desain

Dalam perancangan desain kolektor surya plat datar dengan sistem termosifon ada beberapa hal yang perlu diperhatikan baik dalam penentuan bagian-bagian komponen maupun dimensi komponen yang akan dibuat. Berikut langkah-langkah yang akan dilakukan:

- a. Mendesain dimensi konstruksi komponen utama kolektor surya plat datar dengan sistem termosifon untuk menentukan ukuran kolektor yang akan dibuat.
- b. Mendesain dimensi tangki penyimpanan, sistem penyaluran air dengan pipa dan dudukan tangki.
- c. Pemilihan material yang cocok untuk kolektor surya.

3.4.2. Tahap pembuatan komponen utama

Dalam tahap pembuatan kolektor surya harus diperhatikan langkah-langkah pembuatan. Langkah-langkah pembuatan kolektor surya plat datar dengan sistem termosifon dilakukan dengan pengelompokan komponen-komponen utama.

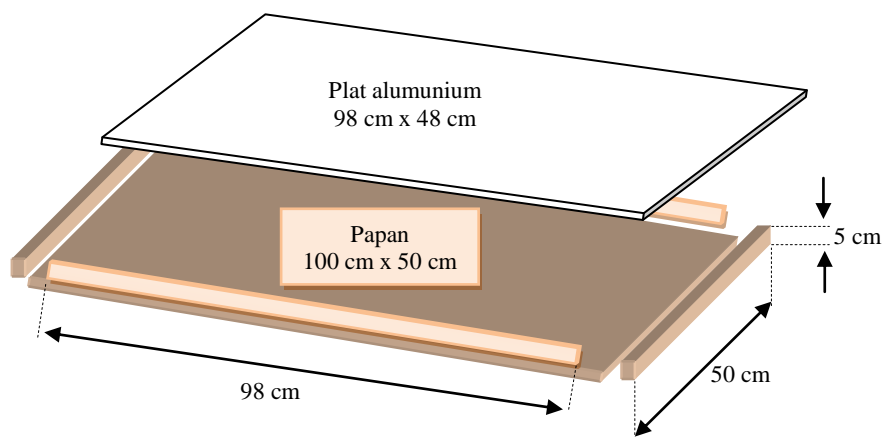
Adapun langkah-langkah pembuatannya adalah sebagai berikut:

a. Kolektor

Alat dan bahan yang digunakan adalah plat alumunium, pipa tembaga, sambungan pipa T, besi siku 2 mm, kaca, klem selang, lem silikon, mesin las listrik, mesin

pemotong dan elektroda las. Langkah-langkah pembuatan kolektor surya plat datar dengan sistem termosifon adalah sebagai berikut:

1. Memotong papan untuk bagian bawah dan bagian samping dengan tahap pengerjaan yaitu:
 - a) Untuk bagian bawah papan dipotong dengan ukuran 100 cm sebanyak 2 buah potongan dengan asumsi lebar papan 25 cm sehingga lebar papan keseluruhan adalah 50 cm.
 - b) Untuk bagian samping, papan dipotong dengan ukuran 98 cm x 5 cm sebanyak 2 buah potongan, dan 50 cm x 5 cm sebanyak 2 buah potongan.
2. Memasang papan bagian bawah dengan plat alumunium, kemudian memasang papan untuk bagian samping. Skema pemasangan papan bagian bawah, papan bagian samping dan plat alumunium dapat dilihat pada Gambar 7.

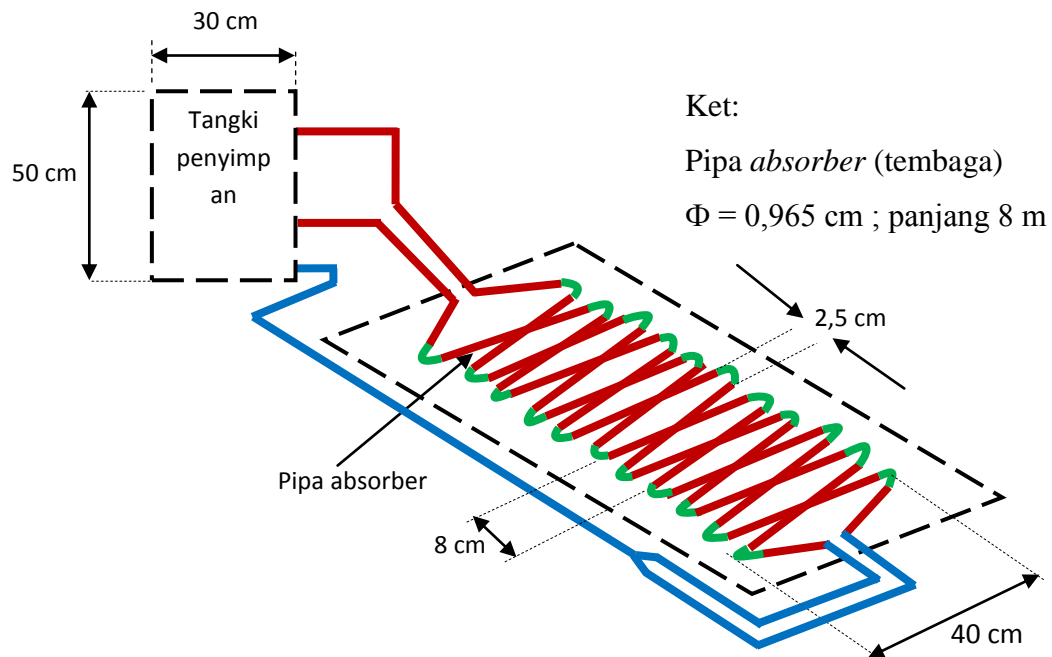


Gambar 7. Skema pemasangan papan bagian bawah, papan bagian samping dan plat alumunium.

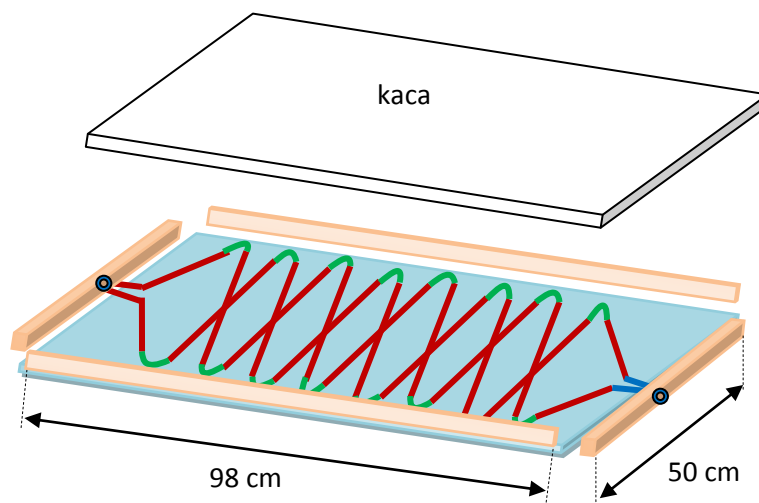
3. Memotong pipa *absorber* yang terbuat dari tembaga dengan ukuran 40 cm sebanyak 20 potong. Kemudian menyambung potongan pipa *absorber* dengan klem selang dan selang plastik. Sambungan pipa *absorber* dibuat sepanjang 4 m x 2. Kemudian membuat selang penyalur air. Bahan yang digunakan untuk membuat selang penyalur air terbuat dari plastik. Alat dan bahan yang digunakan membuat selang penyalur air adalah klem selang, lem silikon dan pisau. Proses pembuatan selang penyalur air adalah dengan memotong selang dengan panjang 125 cm sebanyak satu buah dan 50 cm sebanyak dua buah. Kemudian menyambungkan selang penyalur dengan sebuah sambungan yang bercabang tiga yang terbuat dari kuningan yang terletak di samping kolektor. Setelah itu selang penyalur air disambungkan dengan tangki penyimpanan, kemudian setiap sambungan diikat dengan klem selang. Setelah itu menghubungkan pipa *absorber* dengan selang penyalur air. Skema pemasangan selang penyalur air dan pipa *absorber* dapat dilihat pada Gambar 8.
4. Kemudian memasang pipa *absorber* pada kotak kolektor. Skema pemasangan pipa *absorber* dengan kolektor surya dapat dilihat pada Gambar 9.

b. Tangki penyimpanan air panas

Bahan yang digunakan untuk membuat tangki penyimpan air panas adalah ember plastik dari bekas wadah cat yang telah dibersihkan terlebih dahulu, styrofoam, dan isolasi. Proses pembuatannya adalah ember plastik dilubangi pada bagian dindingnya yaitu di tiga titik. Kemudian melapisi ember dengan styrofoam dengan isolasi secara melingkar menutupi bagian luar ember. Setelah dilapisi



Gambar 8. Skema pemasangan selang penyalur air dan pipa absorber.



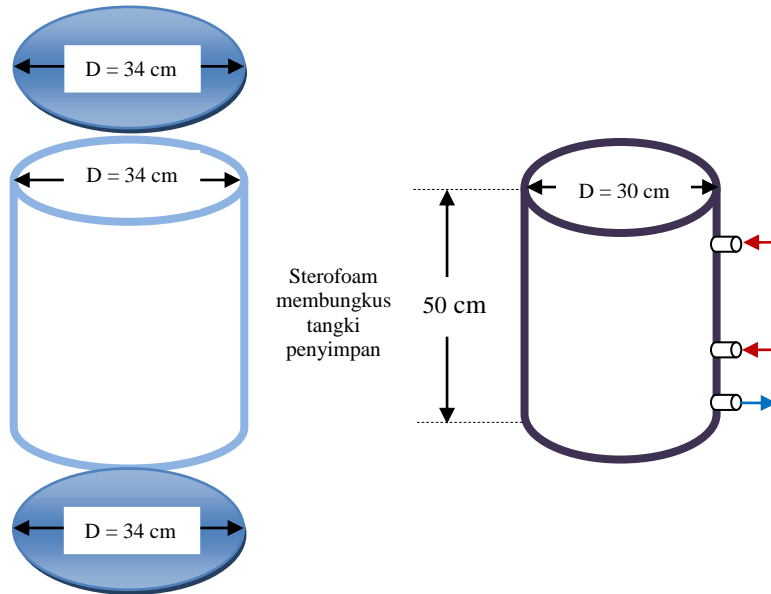
Gambar 9. Skema pemasangan pipa absorber dengan kolektor surya.

sterofoam dilubangi sejajar dengan lubang pada ember yang telah dibuat.

Kemudian membuat penutup dari sterofoam untuk bagian atas dan membuat alas dari sterofoam untuk bagian bawahnya. Setelah penutup atas dan alas bawah dibuat, maka penutup atas dan alas bawah ditempelkan pada bagian atas dan alas

bawah ember. Skema pelapisan tangki penyimpanan dengan sterof foam dapat dilihat pada Gambar 10.

Penutup atas tangki penyimpanan



Alas bawah tangki penyimpanan

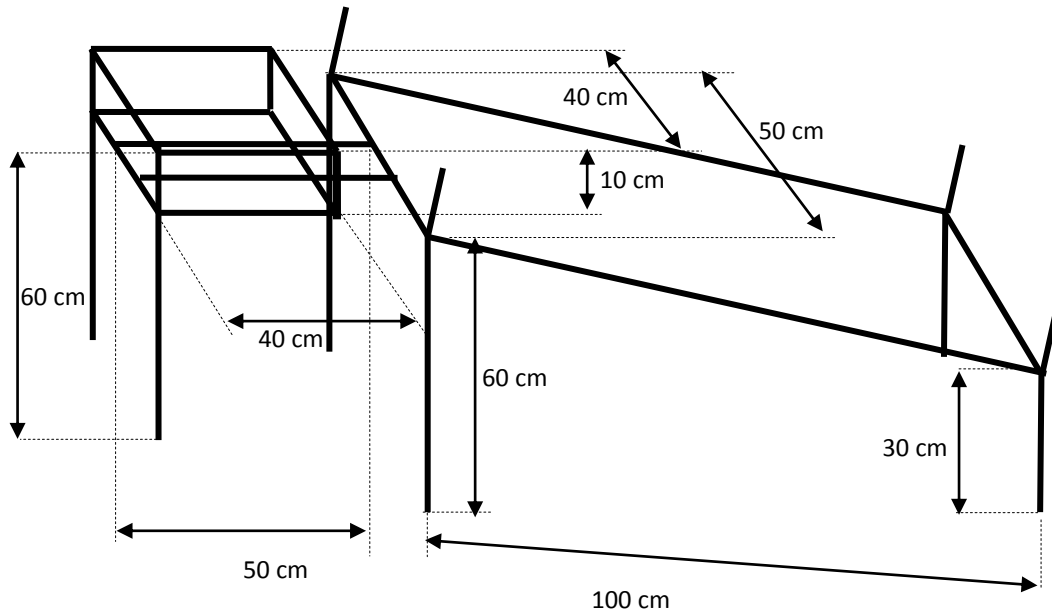
Gambar 10. Skema pelapisan tangki penyimpanan dengan sterof foam.

c. Dudukan kolektor dan tangki penyimpanan

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat dudukan kolektor surya dan tangki penyimpanan adalah besi siku, elektroda las, mesin pemotong, meteran dan las listrik. Proses pembuatannya dimulai dari memotong besi siku dengan ukuran dan jumlah sebagai berikut:

- 1) 100 cm sebanyak 2 buah.
- 2) 60 cm sebanyak 4 buah.
- 3) 50 cm sebanyak 6 buah.
- 4) 40 cm sebanyak 9 buah.
- 5) 30 cm sebanyak 2 buah.
- 6) 20 cm sebanyak 1 buah, dan 10 cm sebanyak 2 buah.

- 7) Kemudian mengelas bagian-bagian yang telah dipotong sesuai rangka yang telah dirancang. Skema perancangan dudukan kolektor surya dan tangki penyimpan dapat dilihat pada Gambar 11.



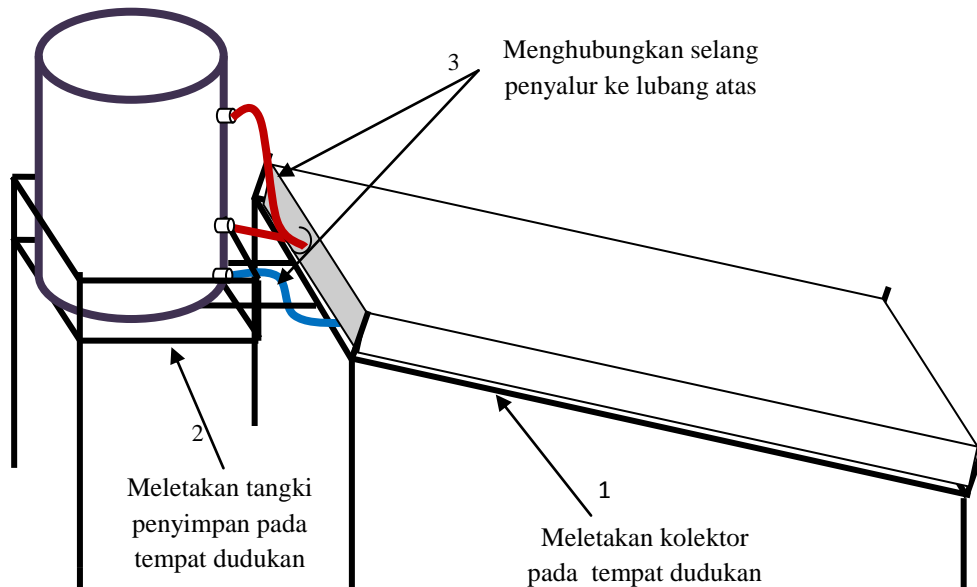
Gambar 11. Skema perancangan dudukan kolektor surya dan tangki penyimpan.

3.4.3. Tahap perakitan

Dalam proses perakitan komponen kolektor surya plat datar dengan sistem termosifon harus diperhatikan urutan-urutan perakitan. Adapun sebagai urutan-urutan perakitan adalah sebagai berikut:

- 1) Pertama, meletakkan kolektor surya yang telah dibuat pada dudukan yang telah disediakan untuk kolektor surya yang ditunjukkan pada Gambar 12.
- 2) Kedua, meletakkan tangki penyimpanan air panas pada bagian bagian yang telah ditunjukkan seperti pada Gambar 12.
- 3) Setelah itu menghubungkan selang penyalur air pada tiga lubang yang ada pada tangki penyimpanan air panas yang terletak pada bagian atas tengah

dan bagian bawah. Proses perakitan komponen-komponen kolektor surya plat datar dengan sistem termosifon dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Proses perakitan komponen-komponen kolektor surya plat datar dengan sistem termosifon.

3.5. Prosedur Pengujian

Setelah pembuatan kolektor surya selesai, maka kolektor surya harus diuji untuk mengetahui kemampuan kerjanya. Adapun dalam prosedur pengujian diperlukan beberapa peralatan. Peralatan yang akan digunakan dalam pengujian kolektor surya tipe ini adalah sebagai berikut:

- a) Solarimeter/luxmeter yang berfungsi sebagai pengukur radiasi Matahari yang mengenai kolektor.
- b) Termometer batang berfungsi untuk mengukur suhu air yang masuk ke tangki dan mengukur suhu air yang akan keluar kolektor.
- c) Termokopel yang berfungsi untuk mengukur suhu air pada tangki pada bagian bawah, tengah maupun atas.

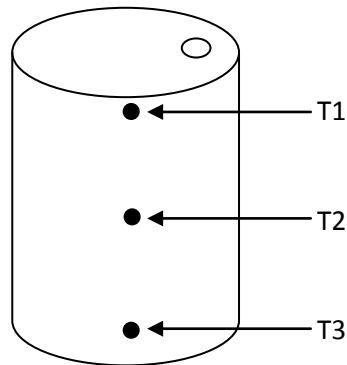
- d) Stopwatch sebagai pengukur waktu.

Pengujian kolektor dilakukan dengan metode efisiensi harian untuk mengetahui kemampuan kerja kolektor surya. Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan peralatan pengujian dan alat ukur.
- 2) Kolektor diletakkan pada ruangan terbuka.
- 3) Waktu pengujian dimulai pada pukul 08:00 s/d 16:00 WIB.
- 4) Lama pengujian 8 hari.
- 5) Kemudian melakukan pengamatan dan pengukuran variabel sebagai berikut:

- Menimbang dan mencatat massa air dalam tangki penyimpanan air, kg.
- Mencatat temperatur air masuk ke kolektor, °C.
- Mencatat temperatur air keluar dari kolektor, °C.
- Mencatat temperatur air di dalam tangki penyimpanan pada tiga titik berbeda. Titik pengukuran pada tangki penyimpanan air panas dapat dilihat pada Gambar 13.
- Mencatat intensitas radiasi Matahari, W/m^2 .
- Mencatat temperatur udara di sekeliling, °C.
- Mencatat temperatur selang penyalur air panas yang masuk ke tangki penyimpan, °C.
- Mencatat temperatur selang penyalur air dingin yang masuk ke kolektor, °C.

- 6) Pencatatan data dilakukan selang waktu 30 menit, selama waktu pengujian yang telah ditentukan.



Gambar 13. Titik pengukuran pada tangki penyimpanan air panas.

3.6. Analisis Data

Dalam perancangan kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon, diperlukan sebuah pengamatan dan analisis data untuk mengetahui kemampuan kerja alat. Adapun yang menjadi fokus pengamatan adalah sebagai berikut:

- Temperatur air masuk ke kolektor.
- Temperatur air keluar dari kolektor.
- Temperatur selang penyalur air panas yang masuk ke tangki penyimpanan.
- Temperatur selang penyalur air dingin yang masuk ke kolektor.
- Intensitas radiasi Matahari.
- Temperatur udara di sekeliling.
- Massa air dalam tangki penyimpanan.
- Lama pengujian.

Data-data dalam pengamatan akan digunakan sebagai alat untuk menganalisis kolektor surya tipe plat datar dengan sistem termosifon. Adapun yang akan menjadi fokus analisis adalah efisiensi kolektor surya. Efisiensi kolektor surya dapat dihitung dengan Persamaan 11.